Das populäre Magazin für Astronomie und Raumfahrt

Spektrum DER WISSENSCHAFT

ASTRONOMIE HEUTE

SKY & TELESCOPE DEUTSCHE AUSGABE

WWW.ASTRONOMIE-HEUTE.DE

Oktober
10 / 2005
€ 6,50 / sFr 12,50

MONSTER IM ALL

Wie Schwarze Löcher zu kosmischen Energieschleudern werden

MARS-ZUKUNFT
Im Jahr 2020 zum Roten Planeten

DAUERBRENNER
Warum Supernova 1979 C nicht stirbt

60463

NEUER PLANET IM SONNENSYSTEM
Kuiper-Gürtel-Objekt deklassiert Pluto

JOHN DOBSON
Besuch beim legendären Teleskop-Erfinder

4 196046 306506 10

Reinhard Breuer
Chefredakteur

Als der Mönch Dobson die Astronomie entdeckte

Wichtige Termine stehen an – zumindest für Beobachter und solche, die es werden wollen: die Sonnenfinsternis vom 3. Oktober sowie die Marsopposition vom 7. November. Auch wenn diesmal der Rote Planet nicht ganz die scheinbare Größe von 25 Bogensekunden erreicht wie vor zwei Jahren, so wird er zum letzten Mal vor dem Jahr 2018 größer als zwanzig Bogensekunden sein. Mars wird diesmal nicht ganz zu seiner Hochform von 2003 auflaufen. Der Grund: Der Erdnachbar hat seinen sonnennächsten Punkt schon am 17. Juli verlassen. Gleichwohl lassen sich selbst mit einem kleinen Drei-Zoll-Refraktor die Polkappen gut ausmachen (S. 38).

Die Sonnenfinsternis vom 3. Oktober wird diesmal nur ringförmig ausfallen und für Chromosphärenfreaks daher weniger spannend. Auch wird die Sonne in Süddeutschland höchstens zu sechzig Prozent abgedeckt. Doch die nächste totale Sofi vom 29. März 2006 kann nur von Afrika, der Türkei, Georgien und Russland aus gesehen werden. Zusammen mit einer Gruppe Stuttgarter Sternfreunde machen sich daher AH-Redakteur Stephan Fichtner und Autor Stefan Seip auf, um im Oktober im spanischen Calpe bei Alicante das vierminütige Spektakel zu erleben.

Der Diplombiologe Seip beschäftigt sich seit Anfang der 1980er Jahre mit der Astrofotografie. Seine fantastischen Aufnahmen sind nicht nur – bis zum 16. Oktober – im Stuttgarter Planetarium zu sehen. Auch in unserem neuen Kalender »Himmel und Erde 2006«, den wir zusammen mit den Kollegen von »Sterne und Weltraum« herausgeben, ist er mit brillanten Mond-, Kometen- und Sonnenbildern vertreten.

STEFAN SEIP

John Dobson, den 90-jährigen Erfinder des Dobsonteleskops, traf AH-Autor Stefan Seip in Tucson, Arizona.

Geht es Ihnen manchmal auch so? Man kennt oder nutzt seit Jahren ein bestimmtes Gerät und bemerkt dann zufällig, dass hinter der »Marke« ein echter Mensch aus Fleisch und Blut steckt. So ging es mir kürzlich mit John Dobson. Der Erfinder des weit verbreiteten Dobsonteleskops lebt quietschfidel in Kalifornien und feierte gerade (am 14. September) seinen 90. Geburtstag.

Dieses Frühjahr traf Stefan Seip in Tucson, Arizona, auf den offenbar unverwüstlichen Oldtimer, der einst Chemie studierte und zwischenzeitlich auch mal als hinduistischer Mönch gelebt hat. Es war in seiner Zeit in einem kalifornischen Kloster, als er seine Leidenschaft für Teleskope entdeckte. John Dobson begrüßte unseren Autor nicht nur mit »Guten Tag«, sondern sang auch gleich hinterher das Volkslied »Muss i' denn zum Städtele hinaus«. Noch immer ist der Pionier der Amateurastronomie ständig unterwegs, um andere im Teleskop-Selbstbau und bei der Standortsuche für Beobachtungen zu beraten – bevorzugt natürlich mit einem »Dobson«.

INHALT

WISSEN

Astro News 8
Entstehung eines Saturnrings, Asteroid mit Monden, Milchstraße mit Balken, Vollpension auf ISS u. a.

▶ **Schwarze Löcher** 14
Die überschweren Zentren von Galaxien lassen nichts ungeschoren

▶ **Planet X** 20
Astronomen krönen den neuen König des Kuiper-Gürtels

▶ **Supernova 1979 C** 24
Seit 25 Jahren brennt sie ein Feuerwerk im Röntgenbereich ab

▶ **Reise des Jahrhunderts** 30
Eines Tages werden Astronauten den Mars besuchen. Europa plant mit

BEOBACHTUNG

Schauplatz Mond 36
Erdlicht, Maria und Hochländer entdecken Sie schon mit bloßem Auge

Nahaufnahme 38
Derzeit ist der Mars wieder besonders gut zu sehen

Feldstechertipp 44
Drei Sternhaufen im Schlangenträger für frühe Herbstabende

Sterntafel 46
Der mitternächtliche Himmel in der Übersicht

Planetarium 48
Die Nächte werden länger und geben den Blick auf erste Wintersterne frei

Highlight 50
Die Sonnenfinsternis über Europa am Vormittag des 3. Oktober

SZENE

▶ **Porträt** 52
Der berühmte amerikanische Teleskoperfinder John Dobson

Planetarien 56
Hohlgloben: inmitten der Sphäre

Nachgeschaut 58
In einer Nacht wie jeder anderen entdeckt ein Amateur eine Supernova

Die auf der Titelseite angekündigten Themen sind mit ▲ gekennzeichnet

Planet X 20

Für einige Forscher ist die Suche nach weiteren Planeten im Sonnensystem der Heilige Gral der Astronomie. Jetzt verkündeten sie die Entdeckung eines Objekts, das Pluto in den Schatten stellt

TITEL 14

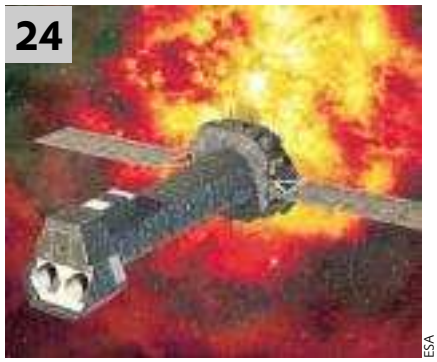
CFHT, JEAN-CHARLES CUILLANDRE / COELUM

Schwarze Löcher Die Massemonster sind kaum größer als ein Sonnensystem. Doch sie beeinflussen ganze Galaxienhaufen

Supernova

Der Deutsche Stefan Immler machte mit dem Röntgensatelliten XMM-Newton einen sensationellen Fund: eine Supernova, die seit einem Vierteljahrhundert unablässig strahlt

24



ESA

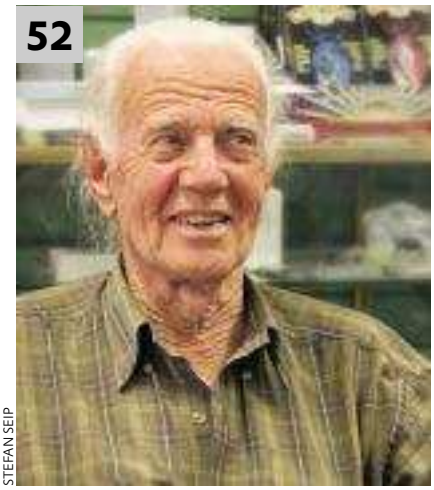
30

NASA, JPL / CORNELL U.

Reise zum Mars

Wann aus Fantasie Realität wird, ist ungewiss. Aber: Die wichtigsten Rahmenbedingungen für einen künftigen Marsflug sind schon jetzt klar

ILLUSTRATION: NASA, JPL



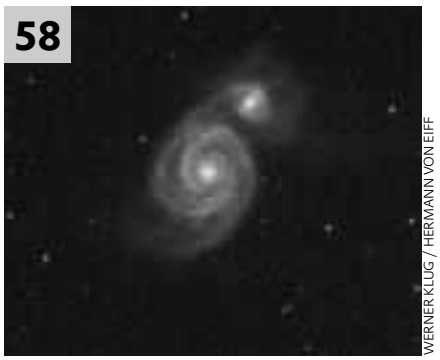
STEFAN SEIP

52 Teleskop-Ikone

Mit der Erfindung eines neuen Teleskoptyps stellte John Dobson die Hobbyastronomie auf den Kopf. Autor Stefan Seip besuchte den charismatischen »alten Herrn«.

Dicker Fisch im Whirlpool

Manchmal wird nochmaliges Hinsehen belohnt: Dem Amateur Wolfgang Klöhr ging beim Betrachten der Spiralgalaxie M51 eine Supernova ins Netz



WERNER KLUG / HERMANN VON EIFF

STEFAN SEIP

Ganz wie von selbst 68

Digitale Kameras verschaffen Astrofotografen ungeahnte Freiheiten: das Canon-Modell EOS 20D im Praxistest

TIPPS

Glanzlichter 62
Farbenfrohes Wabern im Schwan

Einsteigerecke 66
Warum wir Sonnenfinsternisse einem kosmischen Zufall verdanken

Astrofotografie 68
Digitalkameras für die Sterne: Alltagsmodell oder Astrocam?

Astronomie Online 74
Bilder wie die Profis – am PC erstellt mit dem Photoshop Fits Liberator

Teleskoptechnik 76
Die parallaktische Montierung verfolgt für Sie die Sterne

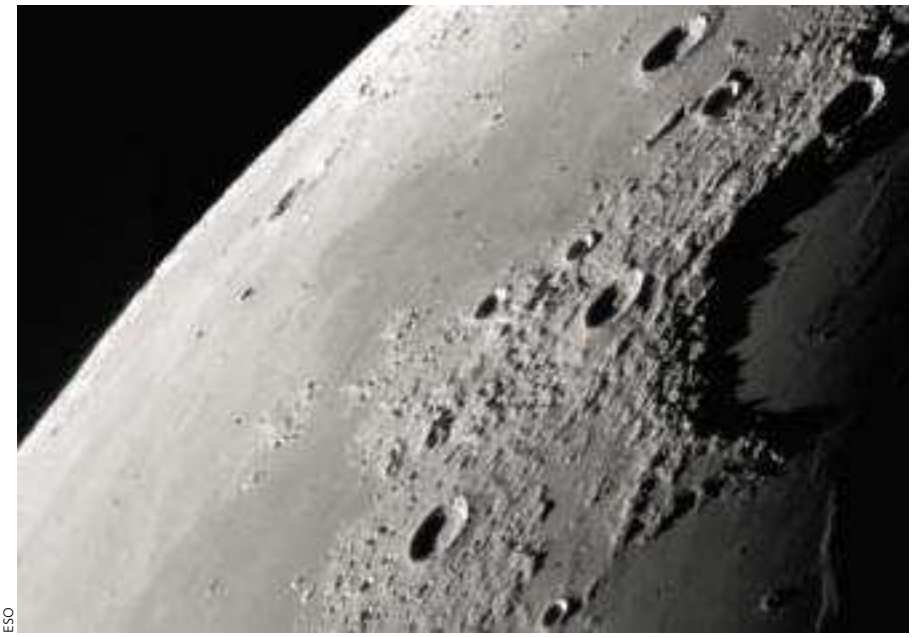
Bücher 82
Mission Saturn und Marspostkarten, populäre Irrtümer u. a.

TV & Events 86
Tag der Raumfahrt in Berlin und Themensendungen im Fernsehen

3 Editorial • 6 Leserbriefe / Leser fragen – Experten antworten • 88 Kleinanzeigen / Preisrätsel • 90 Vorschau / Impressum

Titelbild: Ein Schwarzes Loch saugt Materie an, die eine Akkretionsscheibe bildet. Senkrecht dazu wird erhitztes Gas in einem Jet davongeschleudert.

Bildnachweis: Nasa / Maxim



ESO

Spazierensehen auf dem Mond begeistert nicht nur die Hobbyastronomen, sondern auch die Profis. Irgendwann ist es vielleicht sogar möglich, einen Wanderurlaub auf unserem kosmischen Nachbarn zu buchen.

Verständlich und einfühlsam

Seit etwa einem Jahr beziehe ich Ihre Zeitschrift, nachdem ich mich wieder meinem Jugendhobby, der Astronomie, zugewandt habe. Jedes Mal freue ich mich, wenn ich sie erhalte. Alle Themen sind in einer verständlichen Sprache abgefasst, was für den Laien sehr wichtig ist. Manche Artikel sind auch mit sehr viel Einfühlungsvermögen geschrieben wie etwa der Beitrag »Magische Meteore im August« in der Juli/August-Ausgabe.

Ganz besonders hilfreich finde ich die Artikel zur praktischen Anwendung der Teleskope. Mein herzlicher Dank gilt auch der Beigabe der DVD über das Hubble-Teleskop und der Redshift-5-DVD.

Auch die Rubrik Schauplatz Mond von Charles A. Wood begeistert mich jedes Mal. Mit Hilfe der automatischen Nachführung meines Teleskops ist es ein Genuss, auf seinen Spuren zu wandern. Der Redaktion wünsche ich weiterhin eine gute Hand bei der Auswahl und Gestaltung dieser Zeitschrift.

Rüdiger Hahn, Bremen

Vertauschte Bezeichnungen

»Der Polarstern – Drehpunkt am Himmel«, AH 9/2005, S. 30

Hier ein kleiner Hinweis auf einen Fehler in der Grafik links oben auf S. 32: In der gelben Schrift mit den chronologischen Bezeichnungen müssen jeweils die Positionen von v. Chr. und n. Chr. vertauscht werden.

Zur Verdeutlichung: Der Polarstern der alten Ägypter war, wie auf S. 33 richtig steht, der hellste Drache-Stern Thuban, also muss es zum Beispiel in Zwei-Uhr-Stellung des gelben Kreises 2000 v. Chr. statt 2000 n. Chr. heißen, und unter dem in Zwölf-Uhr- Stellung stehenden Polaris muss natürlich 2000 n. Chr. stehen. Ansonsten Gratulation zu den tollen ASTRONOMIE-HEUTE-Heften.

Rolf Sauermost, Waldkirch

Antwort der Redaktion:
Sie haben natürlich vollkommen Recht. In unserem Artikel über Polaris wurden die Jahreszahlen v. Chr. mit denen n. Chr. vertauscht. Vielen Dank auch allen anderen Lesern, die diesen Fehler bemerkt und uns gemeldet haben.

Alle machen Fehler

»Profis, Amateure und andere«, AH 9/2005, S. 52

Man macht es sich zu leicht, wenn man in der Einteilung »Profis, Amateure und andere« Letzteren, den Laien, nur den Irrtum zuweist. Hier übersieht man erstens, dass viele Laien sehr wohl über akadamische Bildung und über wissenschaftliches Denken und Arbeiten verfügen, was sie eben auf anderen Fachgebieten gelernt haben, und zweitens, dass auch die Profis Fehler machen, häufig sogar kollektive Fehler, weil sie die Dinge aus derselben Perspektive sehen. Dabei ist ein Perspektivwechsel das beste Mittel, um Halbwahrheiten auf die Schliche zu kommen. In der theoretischen Physik bestimmen häufig nicht die sachlichen, wissenschaftlichen Diskurse die Akzeptanz von Theorien, sondern Denkschulen und Moden in Rückkopplung mit dem gesellschaftlichen Umfeld.

Wie überall spielt auch in der Wissenschaft der Herdentrieb eine große Rolle und entgegen aller Beteuerungen entscheiden Emotionen die Akzeptanz von neuen Theorien. Der Mensch sehnt sich nach Idolen, nach tollen Geschichten, nach der Zauber-Weltformel und dem Mystisch-Rätselhaften, weil er auf diese Weise der nüchternen Welt mit ihren Sachzwängen zu entfliehen hofft. Diese allzu menschlichen, aber zutiefst unwissenschaftlichen Motive sind viel zu sehr in die Physik eingedrungen und führen in die Sackgasse.

Edgar Löhr, Lindau

Erratum

Im September-Heft wurde auf S. 44 die erste der abgebildeten Mondphasengrafiken vertauscht. Richtig wäre 1. Viertel, also zunehmender Halbmond wie auch am 11.9. Dank an die Schüler Benedict Baier, Daniel Baier und Alex Hamburg von der Auenwaldschule Böklund für die Fehlermeldung.

Briefe an die Redaktion …

… sind willkommen!

Schreiben Sie an:
ASTRONOMIE HEUTE
Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769
E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de

Wir behalten uns vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.

»Leser fragen – Experten antworten«

Das Licht ferner Galaxien wird auf seinem Weg zur Erde durch Raumkrümmungen und die dazwischenliegenden Galaxien abgelenkt. Wird das bei Entfernungsmessungen berücksichtigt? Siamak Motlagh, Remagen

Tatsächlich legt das Licht von entfernten Galaxien auf seinem Weg zur Erde keinen ganz geradlinigen Weg zurück, da die dazwischenliegende Materie den Raum krümmt und dieser die Lichtstrahlen beeinflusst.

Man kann das Problem aber vereinfachend auf eine »mittlere Raumkrümmung« reduzieren, die von einer mittleren Dichte des Universums hervorgerufen wird. Die Galaxien verursachen dann zwar mal mehr oder weniger kleine Ablenkungen, die aber im Mittel einer Ablenkung durch die mittlere Raumkrümmung gleichkommen.

Bei der Entfernungsbestimmung von Galaxien wird sogar die zeitliche Veränderung der mittleren Raumkrümmung mit eingerechnet, die durch die Expansion des Universum hervorgerufen wird. Die Lichtstrahlen entfernter Galaxien sind nämlich schon in der Frühzeit des Universums gestartet, als die mittlere Dichte noch höher war.

Nach heutigem Kenntnisstand hat diese mittlere Raumkrümmung derzeit einen Wert erreicht, der sehr nahe bei Null liegt. Sie nähert sich auch in Zukunft immer weiter einer flachen Raumkrümmung an.

Natürlich kann es auch vorkommen, dass Lichtstrahlen einer Galaxie sehr nahe kommen und deshalb einer deutlich stärkeren Raumkrümmung ausgesetzt sind als die, die der mittleren Raumkrümmung entspräche. Dies beobachtet man tatsächlich als so genannten Gravitationslinseneffekt bei Galaxienhaufen und Galaxien.

Die Ablenkung des Lichtstrahls durch Materie erreicht dabei sogar Winkel von einigen tausendstel Grad. Solch verhältnismäßig starke Ablenkungen kommen aber nur sehr selten vor und beeinflussen daher die Entfernungsbestimmungen nicht.

>> Arno Riffeser

Der Autor forscht auf dem Gebiet der Gravitationslinsen an der Universitätssternwarte in München.

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten der jeweiligen Fachgebiete um ausführliche Antworten und stellen die interessantesten Beiträge vor.

CASSINI

Entstehung des großen Saturnrings

Mit Hilfe der Sonde Cassini haben Forscher herausgefunden, wie der größte Ring des Saturns entstand. Demnach stammt ein großer Teil der Partikel im so genannten E-Ring von Eisvulkanen auf dem Mond Enceladus.

Die Astronomen des Max-Planck-Instituts für Kernphysik in Heidelberg hatten die Teilchen mit dem Cosmic Dust Analyser an Bord der Raumsonde untersucht. Cassini hatte sich dem nur 500 Kilometer großen Saturnmond erstmals auf 175 Kilometer genähert und an dessen Südpol aktive Eisvulkane entdeckt. Die Vulkane stoßen riesige Staubwolken aus, die den Mond selbst einhüllen, aber auch den E-Ring nähren.

Der Durchmesser der von der Erde aus sichtbaren Teile der Saturnringe beträgt rund 280000 Kilometer, das entspricht ungefähr zwei Drittel der Strecke zwischen Erde und Mond. Der weit außen gelegene, sehr dünne und für uns unsichtbare E-Ring hat seinen Innenrand rund 300000 Kilometer vom Saturn entfernt und erstreckt sich bis 600000 Kilometer Entfernung. Seine Dicke beträgt allenfalls tausend Meter.

Dieser Ring besteht aus überraschend gleichförmigen Teilchen, mit einem Radius von nur 0,3 bis 2 tausendstel Millimeter. Nun suchen die Heidelberger Wissenschaftler eine Antwort auf die Frage, warum sich nur Partikel dieser Größe finden lassen, obwohl der Eismond auch wesentlich größere Teilchen ausstößt.

Eisvulkane am Südpol des Enceladus blasen für das bloße Auge unsichtbare Materie ins All, die den Trabanten in eine Staubwolke hüllen und darüber hinaus den riesigen E-Ring des Planeten nähren.

NASA, JPL / CICLOPS

ASTEROIDEN

Dreierbeziehung im Asteroidengürtel

Der Asteroid 87 Sylvia, neuntgrößtes Objekt zwischen Mars und Jupiter, hat zwei Monde. Dies berichten Franck Marchis von der University of California in Berkeley und seine Kollegen. Es handelt sich um den ersten Fund eines Dreifach-Asteroidensystems.

87 Sylvia misst 380 mal 260 mal 230 Kilometer. 1866 entdeckt, wurde er nach Rhea Sylvia benannt, der mythischen Mutter von Romulus und Remus. Im Jahr 2001 fanden Astronomen heraus, dass er von einem Mond begleitet wird, der ihn einmal in 3,65 Tagen umkreist und einen Durchmesser von 18 Kilometern aufweist.

Mit Hilfe des 8,2-Meter-Teleskops »Yepun« der europäischen Südsternwarte (Eso) in Chile stieß Marchis' Team nun auf einen weiteren Mond. Er ist etwa sieben Kilometer groß und umrundet 87 Sylvia einmal in 33 Stunden. Aus den Bahnen beider Satelliten errechneten die Wissenschaftler, dass Sylvias Dichte nur 20 Prozent über der von Wasser liegt – ein deutlicher Hinweis, dass der Asteroid über eine ungewöhnlich lockere Struktur verfügt. Vermutlich stellt er einen losen Verbund aus kleineren Gesteinsbrocken dar.

Marchis' Team hatte nur sechs Monate am Yepun-Teleskop beobachtet, als es auf Sylvias zweiten Mond – und damit auf den ersten Dreifach-Asteroiden – stieß. Dies überrascht viele Astronomen, deutet es doch darauf hin, dass solche Systeme recht häufig sind.

Ménage-à-trois im Asteroidengürtel: 87 Sylvia mit ihren Monden

ESO

MARS

Nasa startet Reconnaissance Orbiter

Der Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) der Nasa hat am 12. August erfolgreich abgehoben. Er startete um 13.43 Uhr Mitteleuropäischer Zeit vom Raketengelände Cape Canaveral Air Force Station und schwenkte eine Stunde später auf die Route zum Roten Planeten, wo er im März des nächsten Jahres ankommen wird.

Seine wichtigsten Aufgaben dort sind, die Oberfläche des Planeten mit bislang unerreichter Genauigkeit abzubilden, nach Wassereis im Untergrund zu fahnden und die Marsatmosphäre zu untersuchen.

Der Satellit wiegt zweieinhalb Tonnen, die Kosten der Mission belaufen sich auf 720 Millionen Dollar. Das Hauptinstrument an Bord ist eine 1,2-Gigapixel-Kamera. Ausgerüstet mit einer 51-Zentimeter-Spiegeloptik, liefert sie Bilder mit einer Größe von 20 000 mal 60 000 Bildpunkten und vermag auf dem Mars noch ein Meter große Einzelheiten auszumachen. Damit wollen die Amerikaner die Oberfläche des Roten Planeten kartieren und Landeplätze für künftige Marsmissionen erspähen (siehe »Reise des Jahrhunderts«, S. 30).

Mit einem Radargerät soll MRO – ähnlich wie der europäische Mars Express – nach Wasser im Marsboden suchen. Allerdings blickt das Radar des Orbiters »nur« 1,6 Kilometer unter die Oberfläche – die Instrumente von Mars Express reichen bis zu fünf Kilometer tief. Ein Spektrometer soll zudem im Boden nach Mineralen fahnden, die in Gegenwart von Wasser entstanden sind. MRO wird im November 2006 mit seinen Untersuchungen beginnen.

Die scharfen Augen des Mars Reconnaissance Orbiter zeigen Details von der Größe eines Küchentischs .

NASA

GALAXIEN I

Auch NGC 300 doppelt so groß

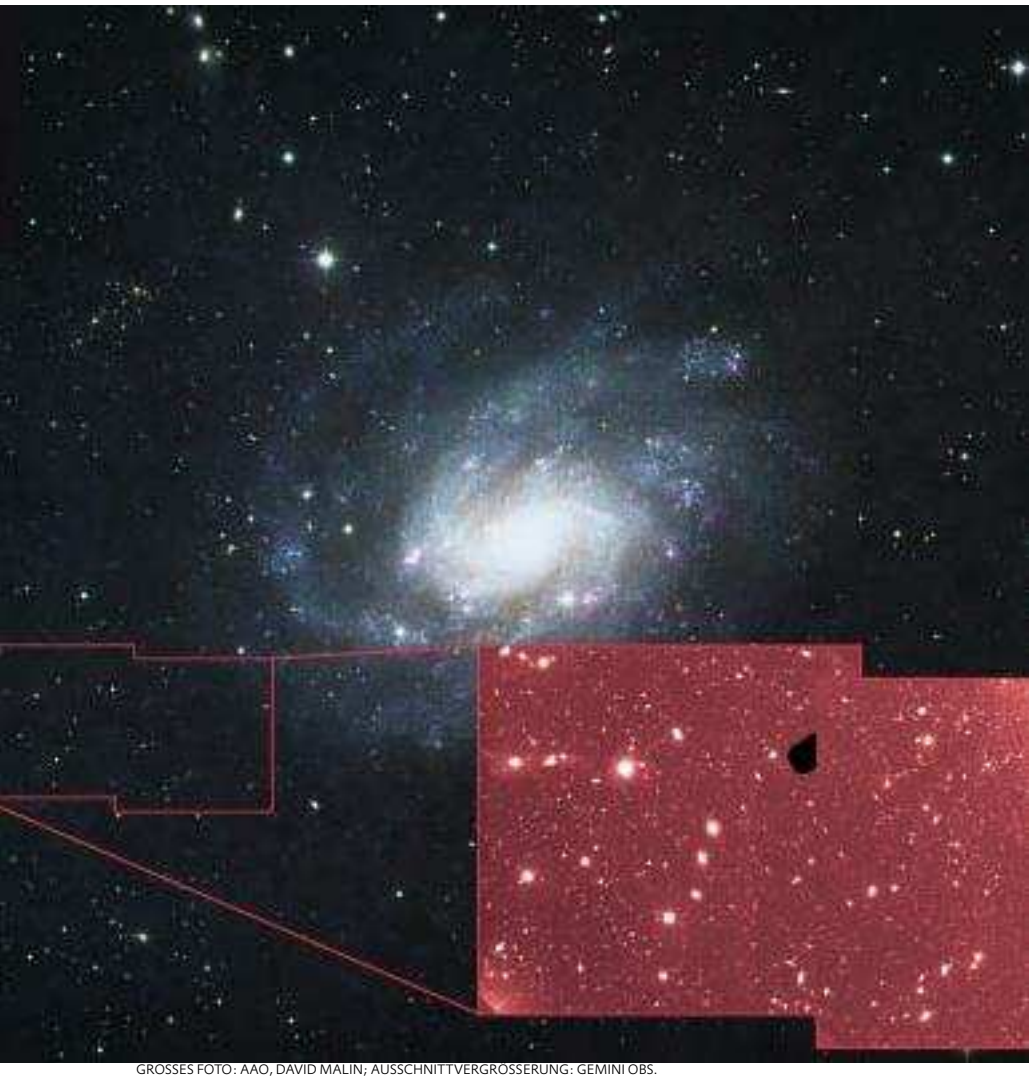
Nachdem sich schon unsere Nachbargalaxie, der Andromedanebel M31, jüngst als wesentlich größer herausgestellt hat als bisher verzeichnet – wir berichteten in der letzten Ausgabe –, gaben Forscher jetzt einen gleich lautenden Befund für ein weiteres Sternsystem bekannt.

Die Astronomen um Jonathan Bland-Hawthorn vom Anglo-Australian Observatory hatten die gut sechs Millionen Lichtjahre entfernte Galaxie NGC 300 im Sculptor-Galaxienhaufen mit dem Gemini South Telescope in den chilenischen Anden beobachtet und mit dem Acht-Meter-Spiegel knapp neben die Spiralgalaxie gezielt.

Dabei zeigte sich, dass die hier kreisenden alten Sterne auf Grund ihrer Umlaufbahnen allesamt zur bisher bekannten Galaxienscheibe zu zählen sind. Damit erhöht sich deren Durchmesser auf mindestens das Doppelte der bisher angenommenen 50 000 Lichtjahre.

NGC 300 ist der Milchstraße sehr ähnlich. Auch bei ihr handelt es sich um eine flache Spirale mit einer zentralen Wölbung. Allerdings ist unsere Galaxis massereicher. Die neuen Erkenntnisse über NGC 300 sowie M31 lassen vermuten, dass auch die Milchstraße größer ist als angenommen und womöglich einen Durchmesser von mehr als 200 000 Lichtjahren hat.

Die Galaxie NGC 300 liegt sechs Millionen Lichtjahre von uns entfernt und ist größer als gedacht. Der rot hervorgehobene Ausschnitt zeigt, dass auch weit außerhalb der eigentlichen Spirale unzählige Sterne kreisen.



GROSSES FOTO: AAO, DAVID MALIN; AUSSCHNITTVERGROSSERUNG: GEMINI OBS.

GALAXIEN II

Mehr Quasare

Ganz ähnlich wie bei dem bekannteren kosmischen Mikrowellenhintergrund – dem »Echo des Urknalls« – ist der Weltraum auch von einem Hauch diffuser Röntgenstrahlung durchzogen. Dieser wurde den Quasaren zugeschrieben, was aber problematisch war: Denn es schien nicht genug von ihnen zu geben, um die beobachtete Menge an Strahlung erzeugen zu können.

Astronomen unter Leitung von Alejo Martínez-Sansigre von der University of Oxford haben das Rätsel jetzt wohl geknackt: Mit dem Spitzer Space Telescope spürten sie in einer Ecke des Sternbilds Drache (»Draco«) 21 bisher unbekannte Quasare anhand ihrer Infrarotstrahlung auf, die von der Nähe des supermassereichen Schwarzen Lochs im Kern dieser Massemonster ausgehen. Sie waren vorher nicht beobachtet worden, weil andere Wellenlängen von den großen donut-förmig verteilten Staubvorkommen im Zentrum der Galaxien einfach verschluckt werden. Bei den bisher bekannten Quasaren blicken wir von oben in den Staub-Donut hinein und haben deshalb freie Sicht auf das hell strahlende Zentrum des Quasars.

Geht man davon aus, dass nicht nur im Drache mehr Quasare sind, ist deren Gesamtmenge jetzt in Übereinstimmung mit dem Röntgenstrahlenhintergrund. Mehr über solche »Massemonster« lesen Sie in unserer Titelstory ab S. 14.

INTERNATIONALE RAUMSTATION

Neuer Rekord

Sergej Krikalew hat den Rekord für den längsten Aufenthalt auf der Internationalen Raumstation gebrochen. Am 16. August um 7.44 Uhr war der Russe genau 748 Tage im All. Seine Rückkehr ist für den 7. Oktober geplant. Dann wird der 46-Jährige genau 800 Tage in 400 Kilometer Höhe um die Erde gekreist sein.

Krikalew hat bereits zwei Langzeitaufenthalte auf der alten russischen Station Mir absolviert, flog zweimal mit dem amerikanischen Spaceshuttle und jetzt zum zweiten Mal zur ISS.

GALAXIEN III

Ein neues Bild von der Milchstraße

Amerikanische Astronomen haben im Zentrum der Milchstraße einen 27 000 Lichtjahre langen Arm aus alten roten Sternen entdeckt. Damit bestätigt sich, was Forscher schon seit einiger Zeit vermuten: Unsere Heimatgalaxie gehört zur Gruppe der Balkenspiralen und nicht zu den normalen Spiralen.

Das Forscherteam um den Physiker Robert Benjamin von der University of Wisconsin-Whitewater untersuchte die Struktur der Milchstraße so umfassend wie nie zuvor. Dabei bediente es sich des Spitzer Space Telescope, das im Infrarotbereich abbildet und dadurch den Blick durch die Staubwolken hindurch erlaubt, die das Innere der Galaxis verhüllen. Die Astronomen beobachteten 30 Millionen Sterne im Zentrum der Milchstraße und erkannten, dass diese in Form eines Balkens angeordnet sind.

Die galaktischen Spiralarme gehen von den Enden des Balkens aus und schwingen sich in Bögen nach außen. Unser Sonnensystem liegt am Rand des Orion-Arms, etwa 25 000 Lichtjahre vom Milchstraßenzentrum entfernt. Zieht man eine Linie von unserer Sonne zur Mitte der Galaxis, dann ist diese etwa 45 Grad gegen den Balken geneigt.

Dass die Milchstraße eine Balkenspirale ist, vermuten die Astronomen zwar schon seit den 1980er Jahren. Neu ist jedoch die starke Ausprägung der Struktur. Bisher ging man man von einem »moderaten« Zentralbalken mit einer Länge von etwa 20 000 Lichtjahren aus. Benjamin und seine Kollegen haben erstmals die genaue Länge des Balkens vermessen und seine räumliche Lage bestimmt.

NASA, JPL / CALTECH / ROBERT HURT (SSC)

Im Zentrum der Milchstraße befindet sich ein 27 000 Lichtjahre langer Balken aus überwiegend alten Sternen. Unsere Heimatgalaxie gehört mithin zur Gruppe der Balkenspiralen.

PRIVATE RAUMFLÜGE

Eine Woche Vollpension für 16 Millionen

Der größte japanische Reiseveranstalter JTB bietet ab sofort Reisen ins All an. Die Preise rangieren von knapp 80 000 Euro für das fünfminütige Abenteuer der Schwerelosigkeit an Bord einer Rakete in hundert Kilometer Höhe bis hin zu gut 76 Millionen Euro für einen mehrwöchigen Flug um den Mond, der schon in wenigen Jahren Wirklichkeit werden könnte.

Eine Woche Vollpension an Bord der Internationalen Raumstation (ISS) soll hingegen knapp 16 Millionen Euro kosten. So viel hat auch der amerikanische Unternehmer Gregory Olsen bezahlt, der sich derzeit im Yuri Gagarin Cosmonaut Training Center bei Moskau als dritter Tourist auf seine Reise zur ISS vorbereitet. Immerhin wird der Multimillionär während seines zehntägigen Aufenthalts nicht nur die Aussicht genießen, sondern auch den Wissenschaftlern zur Hand gehen.

Wer Glück hat und einen freien Platz ergattert, muss, bevor er sich in den enge Kapsel an der Spitze einer russischen Sojus-Rakete zwängt, ein sechs- bis achtmonatiges Training absolvieren – das immerhin im Reisepreis inbegriffen ist.

Mitarbeiter dieser Rubrik:

Frank Schubert

Aktuelle Meldungen aus Astronomie und Raumfahrt finden Sie auch unter: www.wissenschaft-online.de/astronomie

SPACESHUTTLE

Nächster Start erst 2006

NASA, KSC

Vorerst letzte Landung Die Raumfähre Discovery nach ihrem Rückflug nach Cape Canaveral

Der nächste Flug eines Spaceshuttle wird frühestens im März des nächsten Jahres stattfinden. Das gab die Nasa am 18. August bekannt. Sie zog damit einen vorläufigen Schlussstrich unter die anhaltenden Spekulationen um den nächsten Starttermin.

Nach dem zurückliegenden Flug der Discovery vom 26. Juli bis zum 9. August war ursprünglich geplant, als Nächstes die Atlantis abheben zu lassen. Wegen der zahlreichen Probleme vor und während der Discovery-Mission wurde der Starttermin für Atlantis aber immer wieder verschoben. Zuletzt hieß es, die Atlantis könne vielleicht im November fliegen. Nun ist klar, dass sie noch Monate am Boden bleiben wird, denn für den jetzt verkündeten, nächstmöglichen Starttermin im März 2006 ist abermals die Discovery vorgesehen.

Die Entscheidung betrifft auch die geplante Weltraummission des deutschen Astronauten Thomas Reiter. Ursprünglich sollte dieser an Bord der Atlantis zur Raumstation ISS fliegen. Auf Anfrage der Redaktion bestätigte die Esa, dass Reiter nun im kommenden März mit der Discovery zur ISS reisen soll. Reiter selbst stand wegen eines Trainings in den USA für Fragen nicht zur Verfügung.

Die vorläufige Einstellung der Shuttleflüge ist die Konsequenz aus einer Serie von Pannen und deren mangelhafter Aufklärung. Beim Start der Discovery am 26. Juli lösten sich abermals Schaumstoffteile vom Außentank – das gleiche Problem, das 2003 zur Zerstörung der Columbia und zum Tod ihrer Besatzung führte. Als sich die Discovery dann im Erdorbit befand, stellte sich überdies heraus, dass sich das Fugenmaterial zwischen ihren Hitzekacheln hier und da gelöst hatte. Im Lauf eines Weltraumspaziergangs behob der Astronaut Stephen Robinson diesen Fehler provisorisch, indem er das schadhafte Material per Hand entfernte. Dies und weitere Schäden an der Außenhülle ließen die Frage aufkommen, ob es vertretbar sei, die Besatzung wieder mit der Discovery landen zu lassen.

Kurz nach der Rückkehr der Discovery gab die Nasa bekannt, die Shuttleflüge so lange aussetzen zu wollen, bis die Probleme mit der Tankisolierung endgültig geklärt seien. Ende Juli hatte eine siebenköpfige Expertengruppe der Weltraumorganisation ein zum Teil vernichtendes Zeugnis ausgestellt. Die Nasa-Verantwortlichen, hieß es dort, hätten den Zeitplan der Shuttleflüge über die Sicherheit gestellt und kaum etwas aus der Columbia-Katastrophe gelernt. Die Experten gehörten zur »Task Group«, einem von der Nasa einberufenen Kontrollgremium von 26 Fachleuten.

KOMMENTAR DER VORHANG FÄLLT

Am 9. August landete die Discovery in der Mojave-Wüste, die Crew ist wohlauf. Glaubt man der Nasa und den Medien, so war dies alles andere als selbstverständlich.

Welch ein Unglücksflug. Die Discovery hatte gerade die Erde verlassen, da gingen die ersten Hiobsbotschaften um die Welt. Kaum war ein Problem gelöst, schon tauchte das nächste auf. Die Verantwortlichen der Nasa reagierten prompt, sagten vorerst alle weiteren Shuttleflüge ab und erwähnten nebenbei ein Nachfolgeprogramm.

Die Beileidsbekundungen erscheinen bereits in den Gazetten, da wächst die Skepsis beim Beobachter. Warum ließen selbst Schlagzeilen wie »Nasa-Techniker werden immer nervöser« keine ernste Sorge um die Be-satzung aufkommen? Warum erscheint ei-nem der Reparatureinsatz im All wie ein Werbeplot? Warum passt eigentlich alles so perfekt? Weil dieser Flug des Spaceshuttle seine choreografierte Verabschiedung war.

Insgesamt 30 000 Schäden sind bei früheren Shuttlemissionen protokolliert worden, ohne dass sie eine besondere Würdigung erfuhren. Einhundert Kameras aber observierten nun die Discovery aus allen Blickwinkeln. Das war gut und richtig so, schließlich geht es um Menschenleben. Nebenbei bezeugten die perfekt durchgeführten Reparaturen während des Flugs beeindruckend die All-Fähigkeiten der Amerikaner. Dass die Regisseure der Nasa aber jedes noch so kleine – und zum Teil bekannte – Problem ganz untypisch mit besorgter Miene an die Öffentlichkeit trugen, findet eine einfache Erklärung: Dieser Flug der Discovery sollte von vorneherein einer der letzten sein.

Die Nasa will auf zu neuen Ufern und vor allem zu neuen Trägerraketen. Um jedoch nicht in die gleiche Erklärungsnot wie beim beliebten Hubble-Teleskop zu geraten und sich sauber aus bestehenden Verpflichtungen zu lösen, musste dieses Ende überzeugend inszeniert werden. Denn es geht nicht nur um ein populäres Raumfahrtobjekt, es geht um mehr. Die Leid Tragenden sind vor allem die Europäer. Deren Raumlabor Columbus kann nur von einem Shuttle zur Internationalen Raumstation ISS gebracht werden. Sonst landet es – wie Experten bereits fürchten – unweigerlich im Technikmuseum. Wenn aber die Sicherheit nicht gewährleistet werden kann, gibt es bei diesen vertraglichen Pflichten wohl ein außerordentliches Kündigungsrecht.

Safety first? Die Botschaft hör' ich wohl, allein mir fehlt der Glaube. Der letzte Vorhang für den Shuttle fällt – für die Inszenierung des Finales haben die Akteure Applaus verdient.

>> Richard Zinken, Chefredakteur von »spektrumdirekt«

TITEL

Wie Schwerkraftmonster Galaxienhaufen einheizen

Massereiche Schwarze Löcher sind gefräßig – und wehe allem, was ihnen zu nah kommt.

>> M. C. Miller, C. S. Reynolds und A. Krishnamurthi

Die Riesengalaxie Messier 87 (M 87) im Sternbild Jungfrau stellt die Wissenschaftler vor ein fundamentales Rätsel: Warum ist sie so groß – und warum ist sie nicht noch größer? Die Einzelheiten in der Entstehung von Galaxien sind eines der großen Themen der modernen Astrophysik. Besonderes Kopfzerbrechen bereiten den Forschern dabei elliptische Riesengalaxien wie eben M 87: Irgendetwas hat ihr Wachstum abrupt zum Stillstand gebracht und verhindert nachhaltig, dass diese Galaxien noch größer werden.

Viele Astronomen glauben heute, dass sich die Lösung für dieses Rätsel in einem bereits vor fast neunzig Jahren vom amerikanischen Astronomen Heber D. Curtis (AH September 2005, S. 52) beobachteten Phänomen verbirgt. 1918 arbeitete er mit dem 36-Zoll-Spiegelteleskop des Lick Observatory in Südkalifornien. Curtis war ein überaus erfahrener Beobachter, der bereits Tausende von Galaxien gesehen hatte. Doch M 87 hielt eine Überraschung für ihn bereit: Aus ihrem Kern ragte ein »seltsamer gerader Strahl« heraus.

Ohne es zu ahnen war Curtis auf das erste Anzeichen der Auswirkungen gestoßen, die supermassereiche Schwarze Löcher auf ihre Umgebung haben können. Möglicherweise hat er sogar das Überlaufventil entdeckt, das – zumindest in einigen Fällen – die Entwicklung einer ganzen Galaxie zum Stillstand bringt.

Was geht hier eigentlich vor?

Auch heute noch sind Beobachter und Theoretiker damit beschäftigt, das von Curtis entdeckte Phänomen zu enträtseln. Dank der Fortschritte der Radioastronomie in den 1960er und 1970er Jahren weiß man, dass es sich bei der von Curtis beobachteten Struktur um einen gewaltigen Strahl aus ionisiertem Gas, einen Plasma-Jet handelt. Er wird in der Nähe des riesigen Schwarzen Lochs im Zentrum von M 87 erzeugt. Dieses Massemonster haust in einer Region, die nicht größer ist als unser Sonnensystem, aber die dreimilliardenfache Masse unserer Sonne enthält. Und M 87 ist kein Einzelfall: Bei Hunderten von Galaxien sind die Astronomen auf ähnliche Jets gestoßen, die letztlich durch den Einfall von Materie auf supermassereiche Schwarze Löcher gespeist werden.

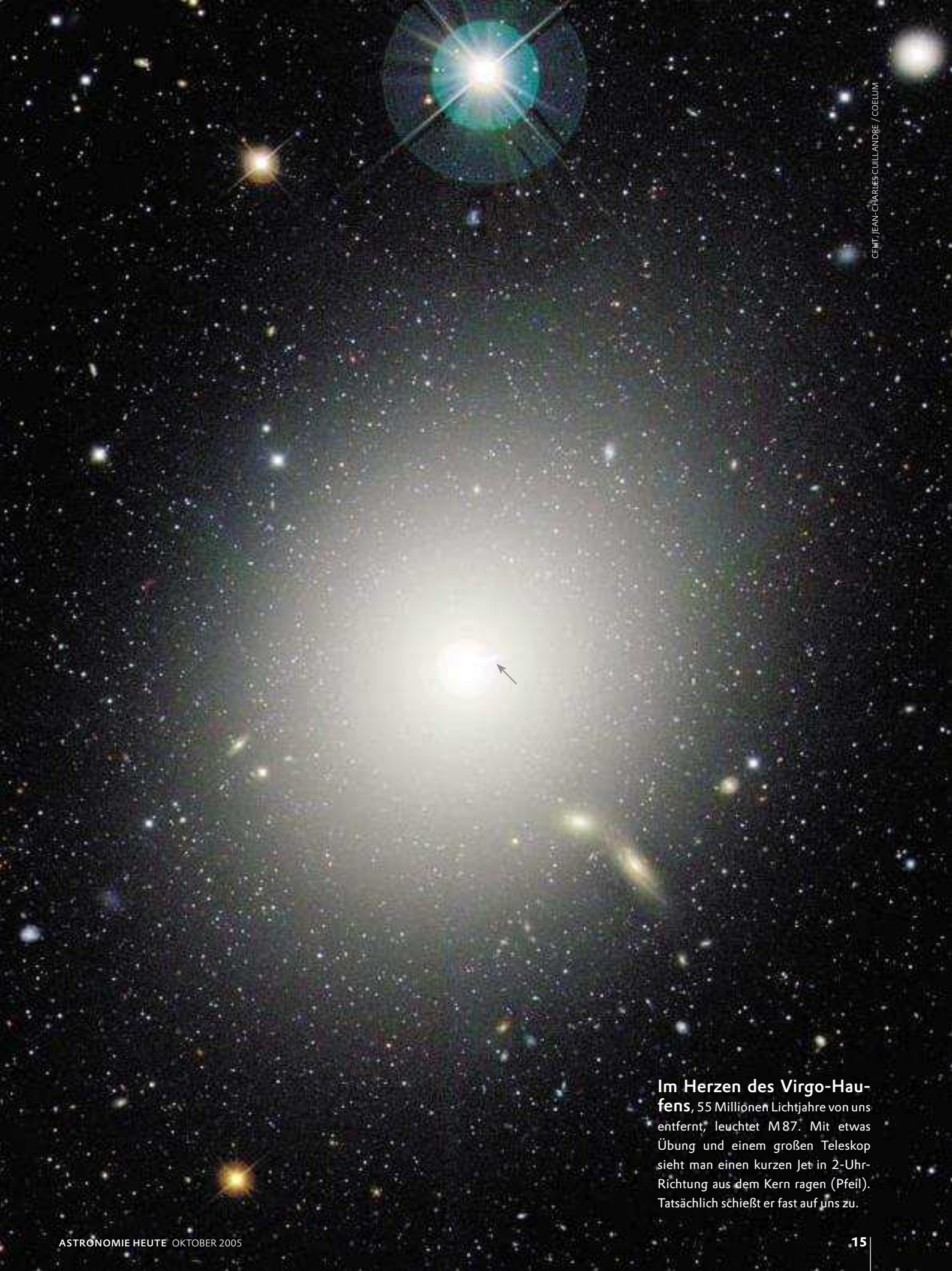
Bis vor ein paar Jahren schien es, als sei das Bild damit komplett: Ein Schwarzes Loch im Galaxienzentrum verschlingt Gas und erzeugt dabei Strahlung und Jets – und die riesige Galaxie um das Schwarze Loch herum ignoriert diese Aktivität weit gehend. Doch nun scheint es, als ob die Entwicklung einer Galaxie eng mit dem Wachstum des Schwarzen Lochs in ihrem Zentrum verknüpft ist. Tatsächlich können die Jets dieser Schwarzen Löcher sogar einen erheblichen Einfluss auf ganze Galaxienhaufen haben.

Um diese Einflüsse zu untersuchen, wollen wir uns M 87 einmal genauer anschauen. Diese Galaxie ist die »Bienenkönigin« des Virgo-Haufens. Ein Gala- >

GLOSSAR

Aktive galaktische Kerne, abgekürzt AGNs (Active Galactic Nuclei), bestehen nach dem »Standardmodell« aus einem supermassereichen Schwarzen Loch mit Millionen bis Milliarden Sonnenmassen, einer Akkretionsscheibe mit anschließendem Staubtorus und zwei darauf senkrecht stehenden Jets. Je nach Masse, Akkretionsrate und Sichtwinkel sehen wir den AGN etwa als Radiogalaxie, Quasar, BL-Lac-Objekt oder Seyfert-Galaxie.

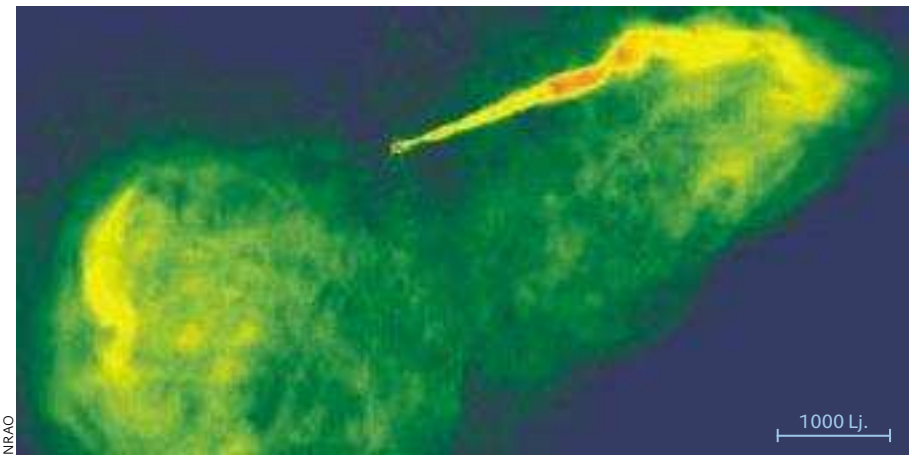
Relativistische Jets sind durch Magnetfelder gebündelte Materieströme, in denen das Gas nahezu Lichtgeschwindigkeit erreicht. Bei Radiogalaxien erstrecken sich die Jets über Millionen Lichtjahre hinweg ins All. Sie senden Synchrotronstrahlung (Magnetobremsstrahlung) aus, die hauptsächlich im Radiobereich beobachtbar ist. Bei manchen AGNs ist einer der Jets auch im sichtbaren Licht erkennbar, wie im Fall von M 87.



CFHT, JEAN-CHARLES CUILLANDRE / COELUM

Im Herzen des Virgo-Haufens, 55 Millionen Lichtjahre von uns entfernt, leuchtet M87. Mit etwas Übung und einem großen Teleskop sieht man einen kurzen Jet in 2-Uhr-Richtung aus dem Kern ragen (Pfeil). Tatsächlich schießt er fast auf uns zu.

NASA / ESA



NRAO

Überlichtgeschwindigkeit scheinen die »Knoten« im Jet zu haben: ein Effekt des kleinen Sichtwinkels. Die Hubble-Aufnahme lässt den Jet im Optischen (oben) erkennen. Das Falschfarbenbild bei Radiofrequenzen (unten) zeigt ihn in voller Länge. Der Jet in Gegenrichtung ist in beiden Fällen nicht zu sehen – das ist, wie die scheinbare Überlichtgeschwindigkeit, ein Effekt der speziellen Relativitätstheorie.

> xienhaufen enthält typischerweise einige hundert bis einige tausend Sterninseln in einer nur wenige Millionen Lichtjahre durchmessenden Region des Weltalls. Diese Galaxien sind jedoch nur die Spitze des Eisbergs: 85 Prozent der Masse eines Galaxienhaufens liegen in Form der ebenso berühmten wie geheimnisvollen Dunklen Materie vor.

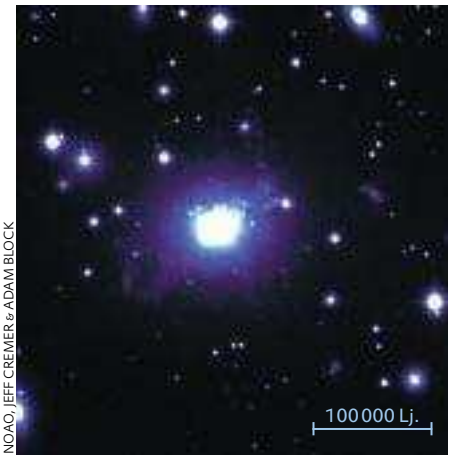
Und selbst von der »normalen« Materie sind nur zehn Prozent an die Galaxien gebunden, der Rest füllt als Gas den Raum zwischen den Galaxien aus. Dieses Gas ist extrem heiß – zwanzig bis achtzig Millionen Grad – und extrem dünn: nur wenige Teilchen in einem Würfel von zehn Zentimeter Kantenlänge. In den 1980er Jahren begannen die Forscher, dieses intergalaktische Gas mit Hilfe der Röntgenastronomie genauer zu untersuchen.

Unglaublich heiß

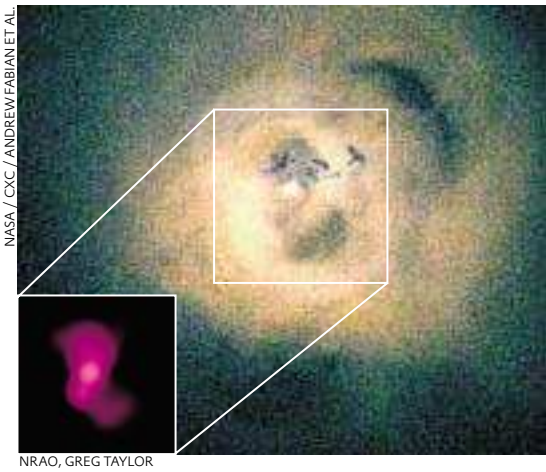
Sie kamen zu dem Schluss, dass es sich bei der von dem Gas emittierten Röntgenstrahlung um thermische Bremsstrahlung handelt. Sie entsteht, wenn frei umhersausende Elektronen von positiv geladenen Ionen abgelenkt werden. Da Galaxienhaufen sowohl sichtbares Licht als auch Röntgenstrahlung passieren lassen, kann diese energiereiche Strahlung den Haufen verlassen und dadurch das Gas abkühlen. Diese Abkühlung verläuft in der Mitte des Haufens am schnellsten, da dort die Dichte des Gases am größten ist.

Gäbe es keine weiteren Effekte, so müsste dieser Prozess zu »Cooling Flows« führen, einer Art Klimaanlage: Da das strahlende Gas im Zentrum des Geschehens kälter und dichter wird, entsteht ein Druckgefälle. Dadurch strömt heißes Gas von außen nach, wie heiße Luft von einem Hochdruckgebiet über der Sahara in ein Tiefdruckgebiet über Deutschland. In großen Galaxienhaufen wie dem Virgo-Haufen ist die Röntgenstrahlung des intergalaktischen Gases so intensiv, dass in jedem Jahr hunderte Sonnenmassen an kaltem Gas in die zentrale Galaxie M 87 strömen.

Wenn das Gas kalt genug ist – im Bereich von einigen zehn oder hundert Kelvin –, bildet es Molekülwolken. Solche Wolken sind die Geburtsstätten neuer Sterne. Wir würden deshalb erwarten, dass jedes Jahr Hunderte von neuen Sternen daraus entstehen. Außerdem müssten in M 87 viele große Wolken aus kaltem Gas zu sehen sein. Und selbst wenn



NOAO, JEFF CREMER & ADAM BLOCK



NASA / CXC / ANDREW FABIAN ET AL.

NRAO, GREG TAYLOR

Unsichtbarer Aufruhr Die zentrale Galaxie des Perseus-Galaxienhaufens, NGC 1275, sieht im Optischen friedlich aus (rechts). Erst eine Röntgenaufnahme des gleichen Gebiets enthüllt die dort gegeneinander kämpfenden Kräfte (ganz rechts). Die Radioaufnahme (kleines Bild) macht die Jets als teilweise abgeknickte Ausläufer des Kerns sichtbar.

es nur ein kleiner Teil von ihnen bis in das Zentrum der Galaxie schafft und dort auf das Schwarze Loche herabregnet, würde dort ein Feuerwerk abbrennen, das hundertmal stärker ist als die beobachtete Aktivität.

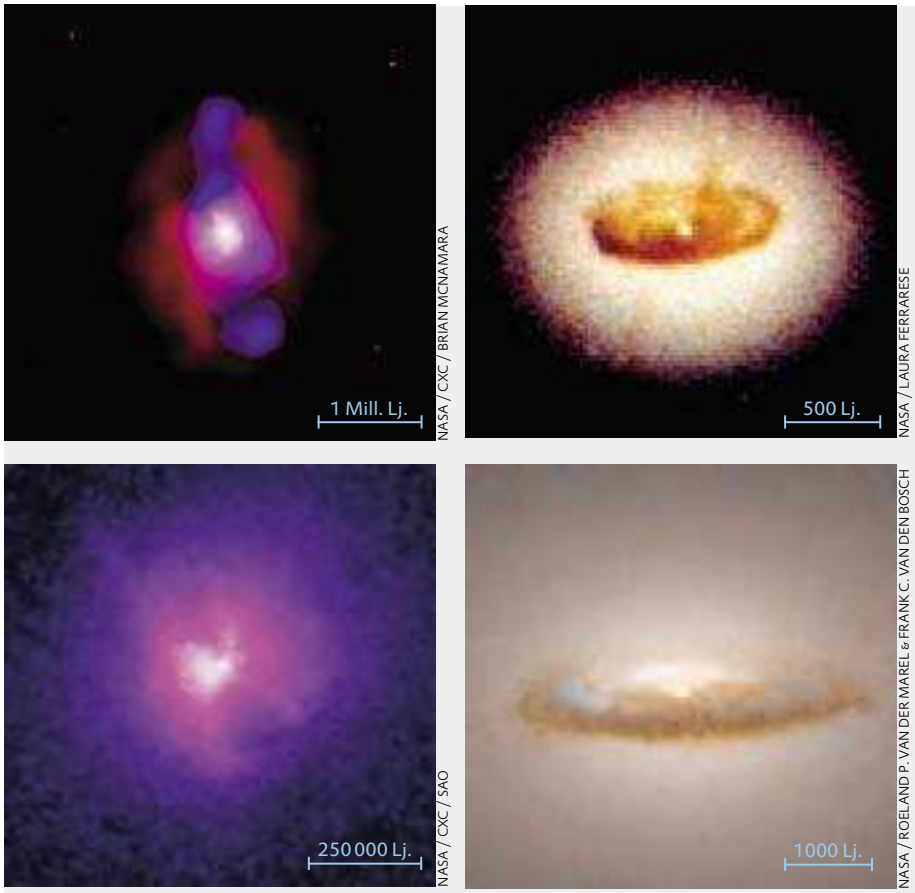
Aber wir sehen nichts von alledem. In den 1980er und 1990er Jahren haben Hunderte von Astronomen nach Anzeichen für dieses kalte Gas gesucht, aber sie haben nichts gefunden. Und das, obwohl wir die Röntgenstrahlung des sich abkühlenden Gases sehen! In den letzten vier Jahren haben Messungen des amerikanischen Chandra X-ray Observatory und des europäischen XMM-Newton gezeigt, dass die Abkühlung zu stoppen scheint, wenn es Temperaturen zwischen zehn und zwanzig Millionen Grad erreicht hat.

Unerwartete Stille

Es gibt nur eine Lösung für dieses Rätsel: Irgendetwas muss die zentralen Regionen des intergalaktischen Gases in den Haufen aufheizen und so die Abkühlung verhindern. Es gibt allerdings nur wenige Energiequellen, die in der Lage sind, die enorme Abkühlung durch die Röntgenstrahlung auszugleichen. Der Verdacht fällt unmittelbar auf nach außen gerichtete Gasströmungen (»Outflows«) und Jets, die von den supermassereichen Schwarzen Löchern in den zentralen Galaxien der Haufen angetrieben werden.

Die Vorstellung, dass ein Schwarzes Loch – von der Größe her ein winziger Fleck im Vergleich zu einem Galaxienhaufen – die Cooling Flows stoppen kann, indem es das intergalaktische Gas aufheizt, ist ohne direkten Nachweis nur schwer zu akzeptieren. Einen definitiven Beweis für die Richtigkeit dieses Modells gibt es zwar noch nicht, doch die Indizien dafür häufen sich.

Ohne eine dramatische Energiezufuhr sollte sich das heiße Gas in den Galaxienhaufen über die Jahrmilliarden hinweg gleichmäßig verteilt haben. Doch die Röntgenbilder von Chandra und XMM-Newton zeigen Blasen, Druckwellen und Filamente im intergalaktischen Medium vieler Galaxienhaufen. Diese Strukturen deuten alle auf starke Wechselwirkungen mit Gasströmungen hin, die ihren Ursprung bei den zentralen Schwarzen Löchern haben. Galaxienhaufen sind also keineswegs so majestätische Orte, wie es sich die Astronomen des 20. Jahrhunderts vorgestellt hatten. Sie sind vielmehr auf geradezu explosive Weise aufrührerisch.



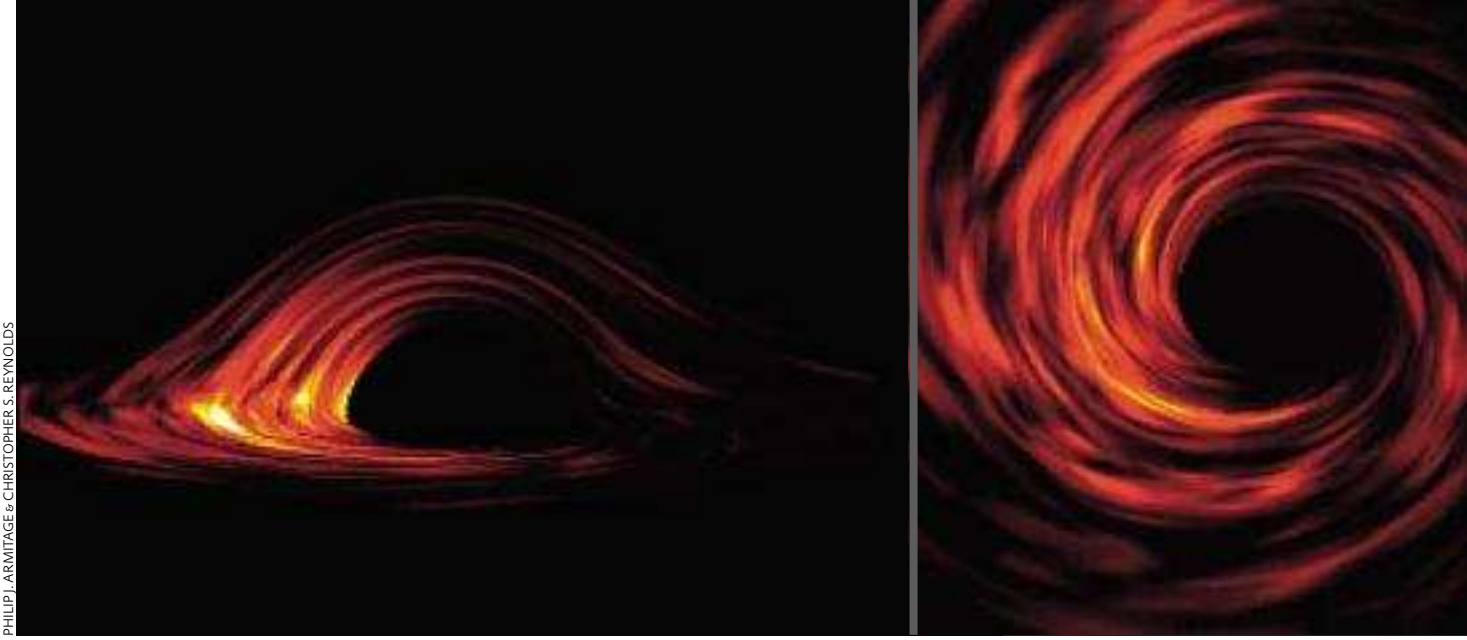
Im intergalaktischen Maßstab zeigt sich die Arbeit der Jets: In den Röntgenbildern von Chandra (links) sieht man Löcher im heißen Gas (rot) des Galaxienhaufens MS 0735.6+7421 im Sternbild Giraffe (oben) und Hydra-A in der Wasserschlange (unten). An ihrem Ursprungsort dagegen sind die Jets nicht zu sehen. Das Hubble-Weltraumteleskop sieht in NGC 4261 in der Jungfrau (rechts oben) und in NGC 7052 im Füchschen (rechts unten) jeweils nur den Staubtorus, der wie ein Donut die Akkretionsscheibe und das supermassereiche Loch umgibt und diese bei flachen Sichtwinkeln unseren Blicken entzieht.

Es ist eine Ironie des Schicksals: Dadurch, dass das Schwarze Loch Energie durch Gasströmungen nach außen transportiert, begrenzt es zugleich sein eigenes Wachstum. Denn ohne diese Energieabgabe würde das intergalaktische Gas abkühlen, in die zentrale Galaxie und schließlich in das Schwarze Loch hineinstürzen. Fiele allerdings gar kein Gas hinein, so gäbe es keine Energie, um die Jets zu erzeugen. Dieses scheinbare Paradox führte die Theoretiker zur Annahme einer komplizierten Wechselwirkung zwischen dem Schwarzen Loch und dem Galaxienhaufen – einer Art Selbstregulierung.

Nach dem Standardmodell für Aktive galaktische Kerne bildet sich sofort eine Akkretionsscheibe, wenn das zentrale Schwarze Loch von Gas umgeben ist. Dabei kann es sich auch um beim Urknall entstandenes Gas handeln, das das Schwarze Loch schon weniger als eine Milliarde Jahre nach dem Urknall umkreist. In der Akkretionsscheibe bewegt sich die Materie auf Spiralbahnen immer näher an das Schwarze Loch heran.

Die Beziehung zwischen Haufen und Jet

Magnetfelder, durch den enormen Drall des Massemonsters angekurbelt, schleudern den größten Teil der Materie entlang der Rotationsachse als Jets davon, bevor der Rest des Gases den Ereignishorizont überquert, die »Oberfläche« des >



PHILIP J. ARMITAGE & CHRISTOPHER S. REYNOLDS

Schwarze Löcher im Computer zu berechnen ist erst mit heutiger Prozessorleistung möglich geworden. Diese Bilder zeigen eine Simulation des innersten Teils der Akkretionsscheibe um ein Loch – von der Kante (links) beziehungsweise von oben betrachtet (rechts).

> Schwarzen Lochs. Die Jets heizen dann das intergalaktische Gas auf und verhindern so die Entstehung eines Cooling Flows – und schneiden sich so zugleich von der weiteren Gaszufuhr ab.

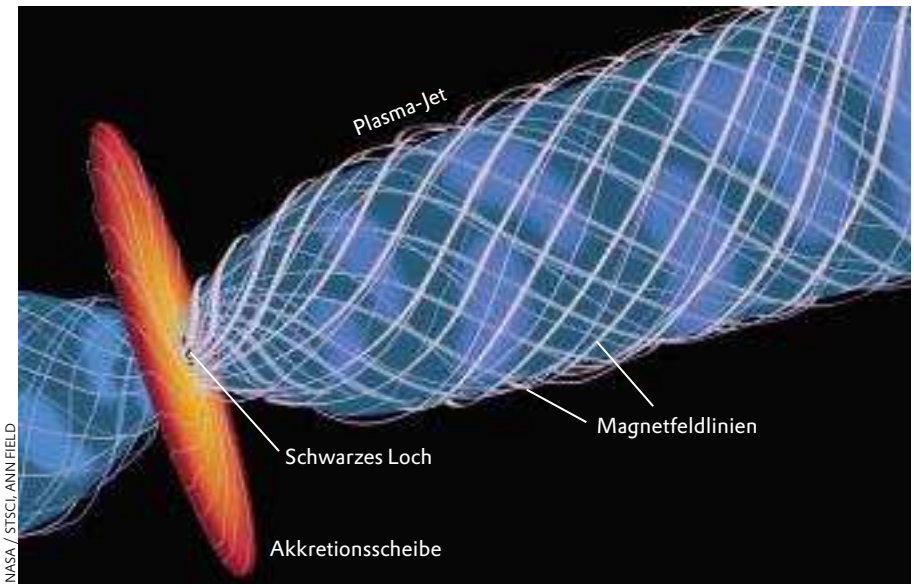
Wegen des Ausfalls der Energiequelle schwächen sich die Jets ab und das intergalaktische Gas im Kernbereich des Haufens kann wieder abkühlen. Dadurch aber fällt erneut mehr Gas hinein und lässt die vom Schwarzen Loch angetriebene Gasströmung aufleben. Und so geht es immer weiter: In Zyklen von Hunderten bis Millionen von Jahren wird der Gaszufluss auf den Kernbereich abwechselnd erhöht und gedrosselt.

Dieser Rückkopplungsmechanismus funktioniert möglicherweise über eine weite Spanne von Größen der Schwarzen Löcher und der Galaxien. Auf eine noch unbekannte Art und Weise scheint die Masse eines Schwarzen Lochs von derjenigen der zentralen Verdickung seiner Wirtsgalaxie, des Bulges, abzuhängen, und diese Korrelation umfasst einen Massenbereich von drei Zehnerpotenzen.

Viele Einzelheiten des Rückkopplungsprozesses sind noch immer rätselhaft. Die meisten Jets erreichen nahezu Lichtgeschwindigkeit. Das ist nur möglich, wenn diese Materieströme in einer Region entstehen und beschleunigt werden, die sehr nahe bei dem Schwarzen Loch liegt. Und das ist exakt jene Region, über die Astronomen sowohl von der Beobachtung als auch von der Theorie her am wenigsten wissen. So ist beispielsweise noch völlig unbekannt, ob die Jets sofort auf ihre immense Geschwindigkeit beschleunigt und dann langsamer werden oder ob sie über eine große Distanz hinweg stetig schneller werden.

Heber Curtis konnte 1918 nicht ahnen, dass seine Entdeckung unser Bild von den Kernen aktiver Galaxien verändern würde. Für sich genommen sind Schwarze Löcher sicherlich Einzelgänger, doch können sie einen erheblichen Einfluss auf die Entwicklung ihrer kosmischen Umgebung nehmen – also auf die Galaxien und die Galaxienhaufen, in denen sie sich befinden. Wenn die Forschung weiterhin wie bisher vorankommt, dann werden die Beobachtung und die Simulation dieser Phänomene in den nächsten zehn Jahren unser Verständnis von den Extremzuständen des Raums und der Zeit verändern. Und das alles hat einmal ganz bescheiden mit einem seltsamen geraden Strahl in der Galaxie M87 angefangen. <<

Unvorstellbare Energien ionisieren das Gas der Akkretionsscheibe (orange), das daraufhin dem Magnetfeld folgen muss und dabei auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt wird. Danach wirkt das Magnetfeld wie ein Schlauch (blau).



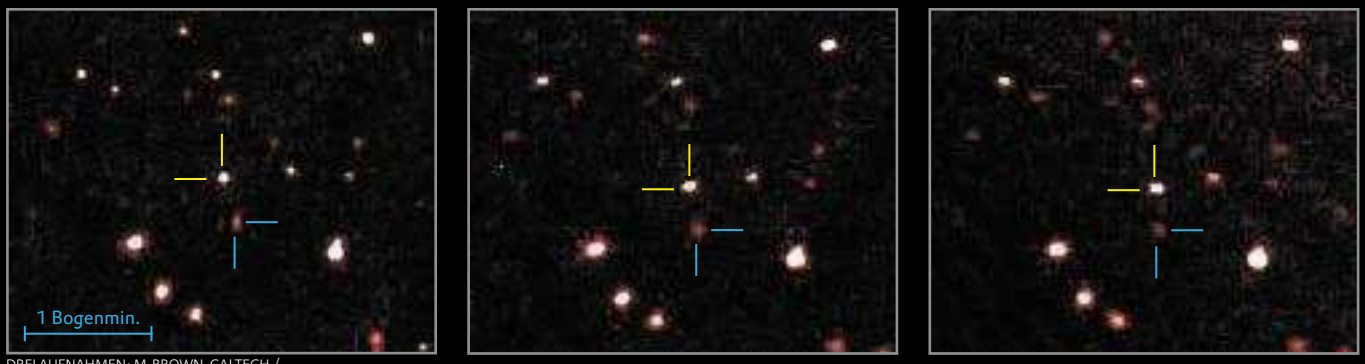
NASA / STSCI, ANN FIELD

M. Cole Miller und **Chris S. Reynolds** sind Professoren für Astronomie an der University of Maryland. Die Astronomin **Anita Krishnamurthi** arbeitet für das Bildungsprogramm der Nasa-Zentrale in Washington, D.C.

Planet X

Der neue König des Kuiper-Gürtels

Drei jüngst entdeckte Eiswelten jenseits des Neptun, eine davon größer als Pluto, stellen unsere bisherigen Vorstellungen vom äußeren Sonnensystem in Frage. **>> David Tytell**



DREI AUFNAHMEN: M. BROWN, CALTECH / C. TRUJILLO, GEMINI OBS. / D. RABINOWITZ, YALE U.

Es wird Zeit, dass Sie sich ein neues Astronomielehrbuch anschaffen. Alle Fachbücher zu diesem Thema, die vor dem 29. Juli 2005 geschrieben wurden, sind jetzt in einem Punkt hinfällig. An diesem Tag nämlich gaben Astronomen die Entdeckung eines Himmelskörpers bekannt, der zu unserem Sonnensystem gehört und größer sowie weiter entfernt ist als Pluto. Mithin handelt es sich um das größte Kuiper-Gürtel-Objekt – Kuiper Belt Objects, KBO –, das bisher entdeckt wurde (siehe Titelgeschichte »Die dritte Zone«, AH März 2004, S. 18). Drängend erhebt sich nun die Frage, ob man das Objekt als »Planet X« klassifizieren soll.

Michael Brown vom California Institute of Technology, Chadwick Trujillo vom Gemini Observatory und David Rabinowitz von der Yale University entdeckten das neue Objekt mit Hilfe des 1,2-Meter-Schmidt-Teleskops am Palomar Observatory in Kalifornien (Bild rechts). Der ferne Himmelskörper erhielt am 8. Januar den vorläufigen Namen 2003 UB_{313}, salopp: UB-313. Die Forscher fanden ihn am 21. Oktober 2003 als Fleckchen 19. Größe im Sternbild Wal (»Cetus«), als sie den Himmel gerade nach KBOs durchmusterten.

Planet X blieb monatelang unentdeckt

Weil das Objekt mehr als doppelt so weit entfernt ist wie Pluto und sich sehr langsam bewegt, erkannte das Computerprogramm zur Datenauswertung zunächst nicht, dass UB-313 am Himmel wandert. Erst als die Forscher die gleiche Region 15 Monate später erneut absuchten, wurden sie darauf aufmerksam.

Nach der Identifikation im Januar, stellten Brown und sein Team schnell fest, dass es sich wohl um einen großen Himmelskörper handeln müsse, denn er leuchtet erstaunlich hell für diese langsame Bewegung. Sein Durchmesser konnte jedoch vorerst nicht genau bestimmt werden.

So machte sich das Team zunächst daran, Umlaufbahn und physikalische Eigenschaften des Planetoiden zu ermitteln. Um die Bahndaten zu erhalten, wühlten die Forscher im Bildarchiv des Palomar Observatory und fanden das Objekt auf einer Aufnahme aus dem Jahr 1954 wieder. Daraus und aus den neuen Beobachtungen ging hervor, dass UB-313 geschlagene 557 Jahre braucht, um einmal die

Entdeckung der Langsamkeit Die drei kleinen Fotos, aufgenommen am 21. Oktober 2003 im Abstand von anderthalb Stunden, zeigen die Bewegung des Objekts 2003 UB-313 (gelb markiert; großes Bild: künstlerische Darstellung). Obgleich sichtbar, erkannte die Software diese geringe Verschiebung nicht.

NASA, JPL / CALTECH

Sonne zu umrunden. Sein Abstand zu unserem Zentralgestirn schwankt dabei zwischen 38 und 97 Astronomischen Einheiten (AE), das entspricht 5,7 beziehungsweise 14,5 Milliarden Kilometern. Zum Vergleich: Plutos Bahn liegt zwischen 30 und 50 AE. Momentan befindet sich UB-313 am Aphel, dem sonnenfernsten Punkt seiner Bahn. Damit ist er das am weitesten entfernte Objekt, das Astronomen in unserem Sonnensystem jemals beobachtet haben.

Der stark elliptische Orbit, besonders auch dessen beachtliche Neigung von 44 Grad zur Ekliptik, der Erdbahnebene (Grafik S. 22 unten rechts), weist den Himmelskörper als ein verstreutes KBO aus. Mit anderen Worten: Er geriet irgendwann im Lauf der Zeit auf diese »schiefe« Bahn. Die Astronomen sind völlig perplex, wie weit außerhalb der Ekliptik sich UB-313 bewegt. Pluto entging seiner Entdeckung bis zum Jahr 1930, weil seine Bahnneigung zur Ekliptik 17 Grad beträgt, was schon sehr ungewöhnlich ist. Aber 44 Grad? Kaum jemand hätte für möglich gehalten, dass in unserem Sonnensystem derart exotische Objekte existieren. Deshalb blieb UB-313 trotz seiner relativ großen Helligkeit so lange unbemerkt. >

CALTECH, PALOMAR OBS.

Mit dem ehrwürdigen 1,2-Meter-Schmidt-Teleskop am Palomar Observatory entdeckten Michael Brown und Kollegen den neuen Planeten. Erst kürzlich wurde in das über fünfzig Jahre alte Fernrohr eine nagelneue 161-Megapixel-CCD-Kamera eingebaut.

Eine derart stark geneigte Umlaufbahn verrät einiges über die Geschichte des Himmelskörpers. Im vergangenen Jahr stellten Harold Levison vom Southwest Research Institute (SwRI) in Boulder, Colorado, und Alessandro Morbidelli vom Observatoire de la Côte d'Azur (OCA) in Nizza die Theorie vor, dass Langzeit-KBOs wie der Planetoid Sedna wahrscheinlich nicht vom Neptun aus dem Kuiper-Gürtel herausgeschleudert wurden, was den meisten verstreuten Objekten passierte.

Von streunenden Sternen herumgeschubst

Stattdessen, so Levison, »kamen wir zu dem Schluss, dass diese Himmelskörper wahrscheinlich von vorbeiziehenden Sternen auf ihre momentanen Orbits gezogen wurden. Als Jupiter und Saturn entstanden, brachten sie viele Planetoiden von ihren ursprünglichen Bahnen ab. In unseren Modellen verfolgen wir die Entwicklung einer Wolke solcher verstreuter Kleinplaneten im Sonnensystem unter dem Einfluss eines Sternhaufens. Bei bestimmten Bedingungen kommt es in der Simulation zu Störungen, die zu Objekten wie Sedna und UB-313 führen.« Soweit Levison zur Herkunft des neu entdeckten Himmelskörpers. Doch wie groß ist er?

Die Untergrenze ergibt sich aus der Helligkeit von UB-313. Selbst wenn er so viel Sonnenlicht reflektiert wie frisch gefallener Schnee, neunzig Prozent also, wäre er immer noch größer als der 2280 Kilometer messende Pluto. Brown erklärt: »Wir haben versucht, ihn mit dem Weltraumteleskop Spitzer unter die Lupe zu nehmen, konnten ihn damit jedoch nicht aufspüren. Daraus folgt eine Obergrenze für seinen Durchmesser: Er kann nicht größer sein als 3400 Kilometer. Das entspricht etwa den anderthalbfachen Abmessungen des Pluto.« Allerdings war die Spitzer-Messung fehlerhaft und wird wiederholt, während dieses Heft in Druck ist. Spektroskopische Messungen lassen erwarten, dass UB-313 weniger als sechzig Prozent des einfallenden Lichts zurückwirft. Er könnte demnach größer als der Erdmond sein!

Wahrscheinlich bedeckt Methaneis weite Teile der Oberfläche. »Auf den ersten Blick scheint es, als wären sich UB-313 und Pluto hinsichtlich Größe und Zusammensetzung sehr ähnlich«, folgert Trujillo vorsichtig. Das Methaneis deutet darauf hin, dass die Oberfläche noch recht ursprünglich ist und niemals hinreichend erwärmt wurde, um den leichtflüchtigen Kohlenwasserstoff verdampfen zu lassen. Gefrorenes Methan bedeckt kaum ein anderes Objekt des Kuiper-Gürtels. Lediglich auf Pluto, dem Neptunmond Triton und vielleicht auf dem kürzlich entdeckten 2005 FY_9 (Grafik rechts) konnten Forscher es bisher nachweisen.

Als wäre das Auftauchen eines neuen Planeten nicht genug, folgten noch in der gleichen Woche zwei weitere große Entdeckungen. Drei Astronomen vom Observatorio de Sierra Nevada (OSN) in Spanien gaben den Fund von 2003 EL_{61} bekannt, den sie mit einer Anordnung von vier 36-Zentimeter-Teleskopen beobachtet hatten. Die Spanier mussten jedoch bald darauf erfahren, dass Brown und sein Team dieses Objekt schon ein Jahr zuvor entdeckt hatten. Zu seinem Pech hatte dieser die Beobachtungen jedoch zurückgehalten; er wollte damit erst an die Öffentlichkeit gehen, wenn die entsprechenden Daten vom Spitzer-Teleskop vollständig ausgewertet wären. Somit bekamen die Spanier die Erstentdeckung zugeschrieben.

Miniplanet mit Minimond

Sie ahnten nicht, dass ihr Fund eine faustdicke Überraschung bereithielt. Mit Hilfe der adaptiven Optik am Keck Observatory hatten Brown und seine Kollegen herausgefunden, dass ein winziger Satellit EL-61 umkreist. Der Minimond bewegt sich etwa 49 500 Kilometer vom Planetoiden entfernt auf einer nahezu kreisrunden Bahn und vollendet einen Umlauf in 49 Tagen. Daraus errechnete das Team die Masse des Kleinplaneten: Sie beträgt

Nadel im Heuhaufen

G. MASI / R. WILCOX

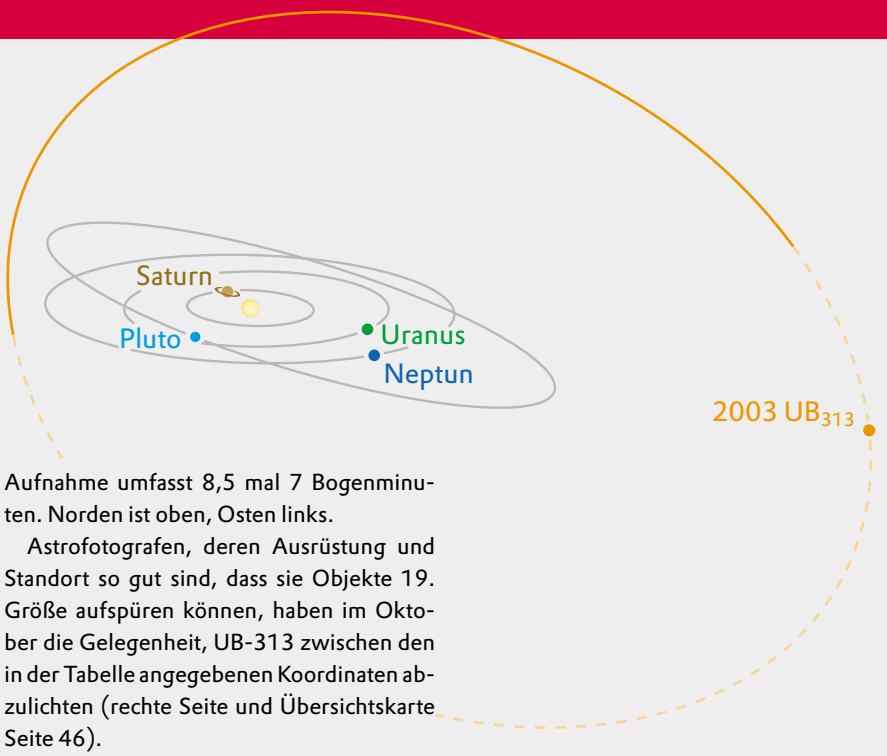


ILLUSTRATION: S & T / AH, NACH: NASA, JPL

Nur Stunden, nachdem die Entdeckung bekannt gegeben worden war, fotografierten Gianluca Masi und Roger Wilcox UB-313 am 30. Juli gegen 5 Uhr Weltzeit. Sie nutzten dafür das 36-Zentimeter-Schulteleskop »Sotie«, das auf dem Gelände Las Campanas Observatory (LCO) in Chile steht. Masi steuerte das Instrument über das Internet von Italien aus. Das Gesichtfeld der Aufnahme umfasst 8,5 mal 7 Bogenminuten. Norden ist oben, Osten links.

Astrofotografen, deren Ausrüstung und Standort so gut sind, dass sie Objekte 19. Größe aufspüren können, haben im Oktober die Gelegenheit, UB-313 zwischen den in der Tabelle angegebenen Koordinaten abzulichten (rechte Seite und Übersichtskarte Seite 46).

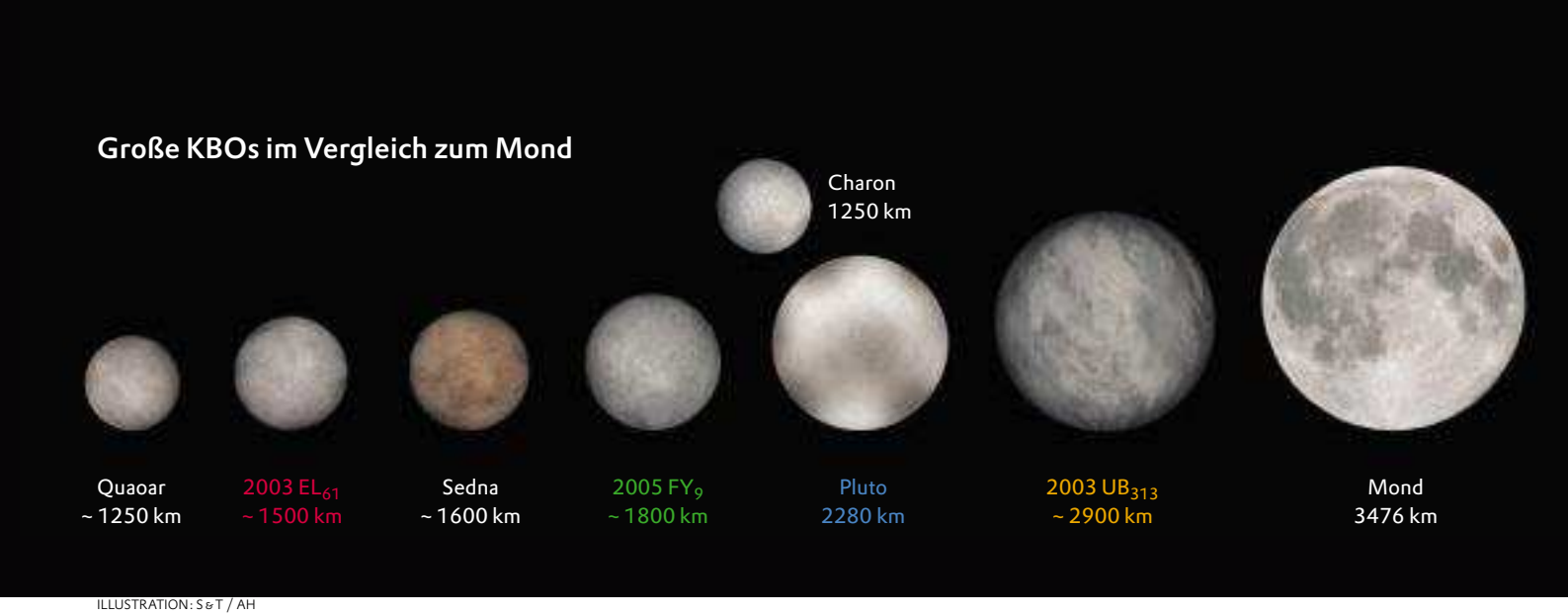


ILLUSTRATION: S&T / AH

mehr als ein Drittel der Plutomasse. Untersuchungen von EL-61 mit dem Spitzer-Teleskop zeigten, dass sein Infrarotspektrum von Wassereis dominiert wird, wie das in ähnlicher Weise auch bei Plutos Mond Charon der Fall ist.

Außerdem entdeckten Brown und seine Kollegen ein drittes Objekt, das sie vorläufig 2005 FY_9 tauften. Es hat viel mit EL-61 gemein. Wie Letzterer ist es ungefähr 52 AE von der Sonne entfernt und befindet sich derzeit in der Nähe seines Aphels. Die Bahnen beider Körper sind um 28 bis 29 Grad gegen die Ekliptik geneigt und ihre Umlaufzeiten betragen 309 beziehungsweise 285 Jahre.

Somit hat eine einzige Woche unsere Vorstellungen vom Kuiper-Gürtel gründlich verändert. Pluto ist zwar mit rund 14. Größe nach wie vor dessen hellstes Mitglied, weil er in relativ geringer Entfernung um die Sonne kreist. 2005 FY_9, 2003 EL_{61} und 2003 UB_{313} belegen auf dieser Liste jetzt den zweiten bis vierten Platz. Was allerdings den Durchmesser betrifft, lässt UB-313 Pluto deutlich hinter sich. Der neunte Planet ist also definitiv nicht mehr das größte Objekt des äußeren Sonnensystems.

Alter Streit in neuem Licht

Sofort brandete eine alte Debatte neu auf: Ist Pluto überhaupt ein Planet? In den späten 1990ern wurde diese Frage unter den Planetenforschern heftig diskutiert, denn seit 1930, dem Entdeckungsjahr des Plutos, hatte sich die Situation tief greifend verändert. Die Astronomen wussten inzwischen, dass er lediglich ein sehr großes Objekt des Kuiper-Gürtels darstellt. Hätten ihn die Astronomen erst heute oder vor wenigen Jahren entdeckt, sie hätten ihn schwerlich als Planeten eingestuft. Keinem anderen KBO wurde bisher eine solche Ehre zuteil.

Doch müsste man, wenn Pluto ein Planet bleibt, nicht gerechterweise UB-313 ebenfalls als solchen behandeln? Viele glauben: Nein. »Ich bin mit acht Planeten völlig zufrieden«, sagt Brian Marsden, Direktor des Minor Planet Center in Cambridge, Massachusetts, – jener Einrichtung, der Wissenschaftler ihre planetaren Entdeckungen melden. »Das Leben war so einfach, als nach Neptun Schluss war. Von mir aus können wir ruhig wieder dahin zurückkehren.«

Michael Brown jedoch glaubt, dass es heute nicht mehr möglich ist, Pluto seinen Planetenstatus abzuerkennen. Das würde einen Eingriff in die Geschichte bedeuten. Entweder, so meint er, ziehen wir eine klare Trennlinie im Sonnensystem und begrenzen die Anzahl der Planeten auf neun, oder wir müssen jedem Objekt des Kuiper-Gürtels, das größer ist als Pluto, ebenfalls den Planetenstatus zuerkennen. Allerdings könnte es dort draußen noch etliche riesige Himmelskörper geben. Levisons Kollege Alan Stern vom Southwest Research Institute ist überzeugt: »Eines Tages werden wir dort Himmelskörper finden, die größer sind als die Erde.« <<

Schwer was los im Kuiper-Gürtel Die Massen der Planetoiden lassen sich aus ihren Bahnen berechnen. Da aber ihre Dichte und Oberfläche nicht bekannt ist, sind die Durchmesser geschätzte Angaben.

Sky & Telescope-Redakteur **David Tytell** dankt seinen Kollegen Alan M. MacRobert, Robert Naeye und J. Kelly Beatty für ihre Beiträge zu diesem Artikel.

Die neuen Objekte im Vergleich mit Pluto

	2003 UB_{313}	Pluto	2005 FY_9	2003 EL_{61}
Größe	2400 – 3400 km	2280 km	~1800 km	~1500 km
scheinbare Helligkeit	18,7te Größe	13,9te Größe	17,6te Größe	17,6te Größe
Entfernung zur Sonne	97 AE	31 AE	52 AE	52 AE
Perihel	38 AE	30 AE	39 AE	35 AE
Aphel	97 AE	50 AE	52 AE	52 AE
Umlaufdauer	557 Jahre	248 Jahre	308 Jahre	285 Jahre
Neigung des Orbits	44 Grad	17 Grad	29 Grad	28 Grad
Monde	unbekannt	ja	nein	nein
Oberfläche	Methaneis	Methaneis	Methaneis?	Wassereis
Rektasz. 30. Sept. 05	$1^h 37{,}6^m$	$17^h 26{,}5^m$	$12^h 18{,}3^m$	$13^h 25{,}4^m$
Deklin. 30. Sept. 05	–5° 32′	–15° 25′	+29° 17′	+19° 26′
Rektasz. 30. Okt. 05	$1^h 36{,}5^m$	$17^h 29{,}3^m$	$12^h 20{,}6^m$	13h 28,1m
Deklin. 30. Okt. 05	–5° 38′	–15° 37′	+29° 10′	+19° 14′
Sternbild	Walfisch	Schlange	Haar d. Berenike	Haar d. Berenike

Der Supernova-Dauerbrenner

Sternexplosionen zählen zu den spektakulärsten Ereignissen im Universum. 25 Jahre nach Ausbruch der Supernova 1979 C brennt dort immer noch ein Feuerwerk ab. **>> Stefan Immler**

ESA

Es kommt sicher sehr selten vor, dass sich Wissenschaftler wie Popstars fühlen. Mir ist es kürzlich passiert. Auf dem Flughafen von San Francisco – ich war gerade auf dem Rückweg nach Washington, wo ich derzeit lebe und arbeite – fragte mich ein Reisender plötzlich: »Sind Sie nicht der Supernovaforscher von der Nasa?«

Wie es dazu kam, ist eine Geschichte, die vor einem Vierteljahrhundert begann. Ich ging im bayerischen Nabburg ins Gymnasium und hatte von meinen Eltern zu Weihnachten ein Kaufhausfernrohr geschenkt bekommen. Fast jede Nacht stand ich damit auf dem Balkon und fror mir dabei fast die Füße ab. Kurioserweise war dies – ausgenommen ein Schulprojekt an der Aegidiensternwarte in Regensburg – die einzige Zeit, in der ich selbst mit einem Teleskop beobachtete. Was mir natürlich entging, nicht aber den Profis am McDonald Observatory in Texas, war die dritte Supernova des Jahres: SN 1979 C.

Es sollten mehr als fünfzehn Jahre vergehen – der Rest meiner Schulzeit und das Physikstudium in München –, bis ich ihr begegnete. Zur Diplomarbeit verschlug es mich nach Garching ans Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik (MPE) in die Arbeitsgruppe von Joachim Trümper, einem der Väter der Röntgenastronomie. Es war sehr spannend, dort mit den Daten des deutschen Röntgensatelliten Rosat zu arbeiten; so blieb ich diesem Teil des elektromagnetischen Spektrums (siehe Glossar) treu und schrieb eine Doktorarbeit über Röntgenstrahlungsquellen in nahen Spiralgalaxien. Und da war sie nun: die Supernova 1979 C in M 100.

Eine ganz normale Supernova?

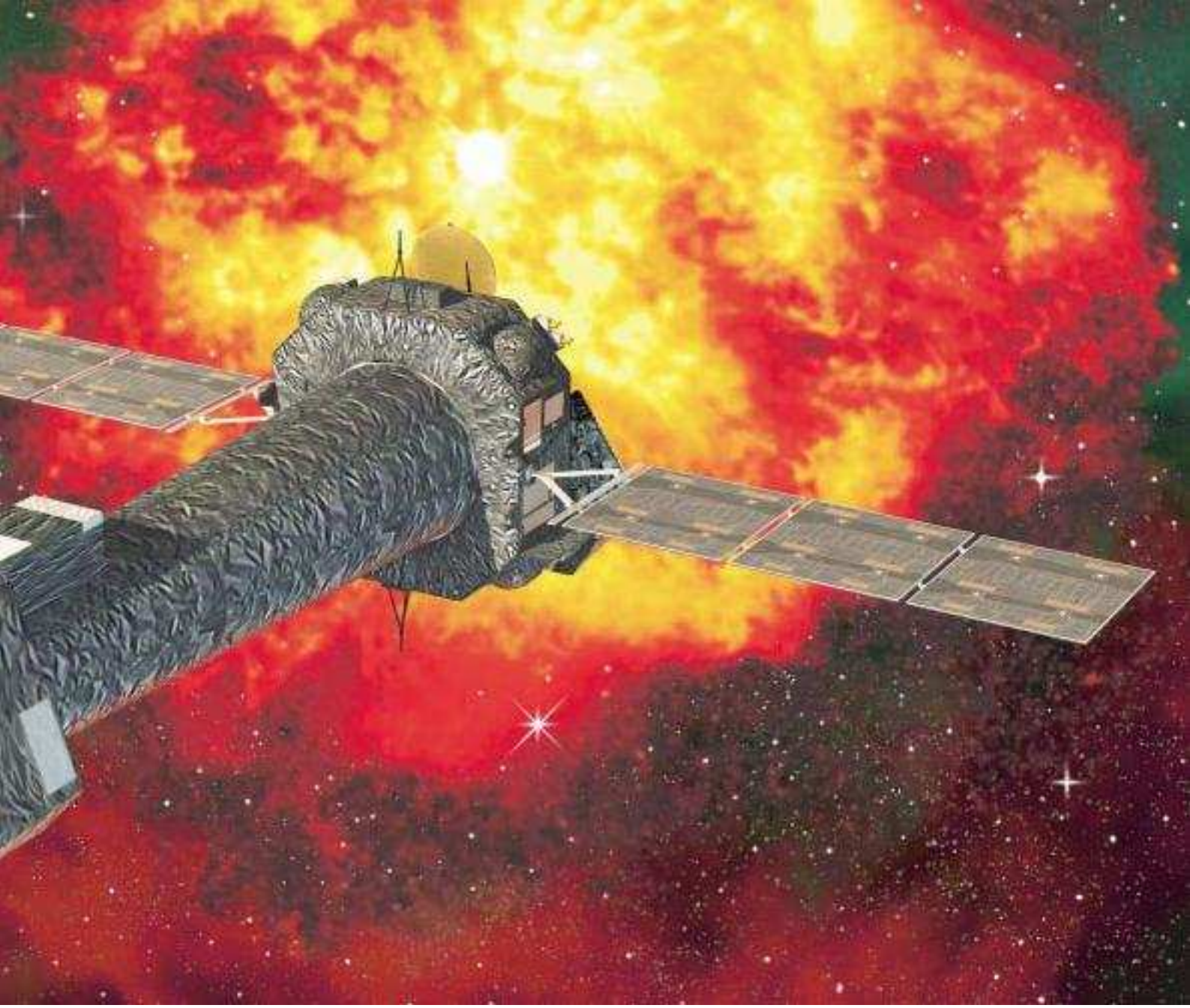
Zu diesem Zeitpunkt spielte sie für mich aber noch nicht die Hauptrolle. Gerade eine Hand voll Sternexplosionen hatten die Forscher bis dahin im Röntgenbereich beobachtet und sie wussten noch nicht, wie die energiereiche Strahlung dort überhaupt produziert wird.

Die Theorie, was bei einer Supernova vor sich geht, schien vollständig. Am Ende des Lebens eines Millionen Jahre alten, schweren Sterns hat dieser seinen Treibstoff aufgebraucht und es geschieht das Unvermeidliche: Binnen eines Sekundenbruchteils erlischt das nukleare Feuer, der Druck im Innern fällt und der gigantische Gasball stürzt rasend schnell in sich zusammen (Illustration S. 27 ganz oben). Dadurch werden die Atome im Zentrum zusammengepresst und bilden eine harte Kugel. Der Rest der einstürzenden Sternhülle prallt an dieser Wand ab und wird mit einer Geschwindigkeit von zirka 10 000 Kilometern pro Sekunde ins All hinausgeschleudert. Das setzt enorme Mengen an Energie frei, die alle leichten Atome in der Sternhülle aufleuchten und zu schwereren Elementen verschmelzen lässt. Während eines Wimpernschlags werden viele chemische Elemente erzeugt, wie das Kalzium in unseren Knochen, Kalium in unserem Muskelgewebe bis hin zum Eisen in unserem Blut.

Im sichtbaren Licht kann eine Supernova eine ganze Galaxie mit typischerweise zehn Milliarden Sternen über ei-

GLOSSAR

Röntgenstrahlung ist ein kurzwelliger Teil des elektromagnetischen Spektrums. Sichtbares Licht hat Wellenlängen von 400 bis 700 Nanometern (ein Nanometer ist ein milliardstel Meter oder 10 Ångström). Die Wellenlängen von Röntgenstrahlung sind wesentlich kürzer und liegen im Bereich von 0,01 bis 10 Nanometer. Astronomen geben statt der Wellenlänge meist die Energie eines einzelnen Photons (Lichtteilchens) in Elektronvolt (eV) an, die für Röntgenstrahlung im Bereich von 124 bis 124 000 Elektronvolt (124 keV) liegt. Der ins Ultraviolett übergehende, weniger energiereiche Teil des Spektrums wird als weiche und der an die Gammastrahlung anschließende hochenergiereiche als harte Röntgenstrahlung bezeichnet.



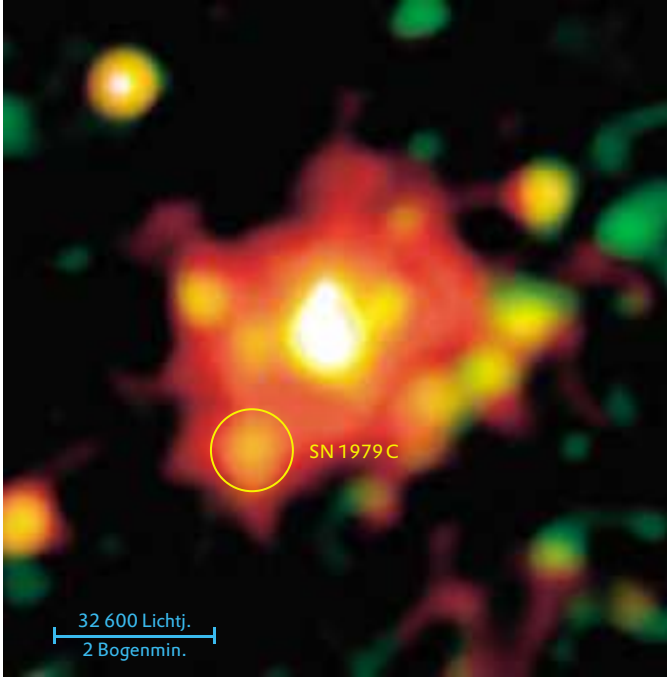
Wenn es heiß hergeht im Universum, ist XMM-Newton für Beobachtungen gefragt. Diese Illustration zeigt den Esa-Satelliten vor dem millionen Grad heißen Gas eines Supernova-Überrests.

nen Zeitraum von mehreren Tagen überstrahlen und ist deshalb sogar mit kleinen Teleskopen sichtbar. Doch jeder Astronom kennt das Dilemma – einmal nicht rechtzeitig die IAU-Telegramme gelesen, schon hat man in der Nacht darauf das Helligkeitsmaximum einer Supernova verpasst und sieht nur noch das Auskühlen der rasant expandierenden Sternhülle. Nach zehn Tagen ist sie gerade noch halb so hell und klingt immer weiter ab, um in der Dunkelheit des Alls in Vergessenheit zu geraten.

Daher bricht im Alltag eines Wissenschaftlers Hektik aus, wenn in einer nahen Galaxie eine Supernova hochgeht. Meist per Internet alamiert, werden die Astronomen in den Kontrollräumen der Forschungssatelliten aus der Routinearbeit gerissen. Die Telefone laufen heiß, um die Verantwortlichen zu überzeugen, unverzüglich Beobachtungen anzusetzen. Hunderte von E-Mails werden in kürzester Zeit ausgetauscht. Wenn sich Weltraumteleskope in einer günstigen Umlaufbahn befinden, werden die um Monate im Voraus ausgeklügelten Beobachtungsprogramme über Bord geworfen und die Satelliten binnen weniger Stunden umprogrammiert, um so exotische Strahlung wie Gamma- oder Röntgenstrahlung einzufangen.

Nur der frühe Vogel fängt den Wurm

So auch in der Nacht vom 29. auf den 30. Juni 2005, als die Meldung von M 51 (siehe S. 58) bei uns einging. Ich arbeite mittlerweile für die Gastbeobachtereinrichtung des XMM-Newton Röntgensatelliten der Esa, die im Goddard Space Flight Center (GSFC) der Nasa in Maryland angesiedelt ist. In Zusammenarbeit mit den Kollegen des XMM-Kontrollzentrums in Villafranca bei Madrid (Esac) wurde die neue Supernova innerhalb von 24 Stunden beobachtet, das war ein Rekord für uns. Meist enden solch groß angelegten Kampagnen jedoch enttäuschend, weil man keinen Nachweis der ersehnten hochenergetischen Strahlung erhält, die etwas über die Objekte verraten könnte. So hieß es auch bei M 51: Fehlanzeige. In >



NASA, S. IMMLER ET AL. / ESA

M100 einmal anders Das linke Bild zeigt die Röntgenstrahlung der Galaxie (von rot nach grün mit zunehmender Energie). Zeitgleich nahm der Optische Monitor das rechte im sichtbaren und UV-Bereich auf.

> den letzten drei Jahrzehnten gelang es nur in zwei dutzend Fällen, das Röntgenlicht einer Supernova aufzufangen, obwohl pro Jahr etwa 250 dieser kosmischen Feuerwerke entdeckt werden.

Wie und wo entstehen dort aber die Röntgenstrahlen? Die Schlüsselkomponente hierfür ist der Sonnenwind, den der Vorgängerstern jahrtausendelang vergleichsweise gemächlich ins All geblasen hat. Da die Sternhülle nach der Explosion mit einigen zehntausend Kilometern pro Sekunde auf den stellaren Wind prallt, bildet sich ein Stau, Fachleute bezeichnen das als Schockfront.

Genau genommen bilden sich zwei Stoßwellen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, der »Vorwärtsschock« und der »Rückwärtsschock« (S. 27, untere Grafik). Letzterer ist durch den Sonnenwind abgebremst und fegt einige tausend Kilometer pro Sekunde langsamer durch das All. Durch die dort zusammengedrückten atomaren Teilchen wird die Materie auf Temperaturen von einigen hundert millionen Grad erhitzt. Solch extrem heißes Gas gibt seine Wärmestrahlung nicht als sichtbares Licht, sondern im Röntgenbereich ab, in dem die Photonen millionenmal mehr Energie besitzen (siehe Glossar, S. 24).

Um dieses Geschehen beobachten zu können, ist ein erheblicher technischer Aufwand nötig. Da die Erdatmosphäre – zum Glück für unsere Haut – energiereiche Strahlung absorbiert, müssen Röntgenteleskope über die schützende Hülle in große Höhen oder ins All gebracht werden.

Die neue Sicht des Universums

Als Kind des Weltraumzeitalters erblickte die Röntgenastronomie erst in den 1970er Jahren das Licht der Welt. Einer ihrer Stars war der deutsch-amerikanische Satellit Rosat, dessen Beobachtungen in den 1990ern Grundlage für ebenso viele wissenschaftliche Veröffentlichungen waren wie die des Hubble-Weltraumteleskops.

1995 hatten einige Kollegen und ich die Spiralgalaxie M 100 im Visier. Nachfolgebeobachtungen mit Rosat und dem japanischen Asca zeigten wiederholt, dass die dortige SN 1979 C im Röntgenlicht immer noch hell leuchtet. Eigentlich dürfte das nicht sein. Um völlige Gewissheit zu erlangen, würde nur eins helfen: eine lange Beobachtung mit dem damals noch im Bau befindlichen Flaggschiff der Röntgenastronomie, dem XMM-Newton-Observatorium (siehe Kasten).

Da seine Lichtsammelflächen zwölfmal größer sind als die von Rosat, erwartete ich viel von den Messungen. Gepaart mit einer höheren Empfindlichkeit der CCD-Detektoren und der Fähigkeit,

X-Ray Multi-Mirror Mission »Newton«

Kurzname: XMM-Newton
Organisation: European Space Agency (Esa)
Start: 10. Dezember 1999
Trägerrakete: Ariane 5 Generic (5G)
Energiebereich: 0,2 – 12 keV
Instrumente: European Photon Imaging Camera (Epic), Reflection Grating Spectrometer (RGS) und Optical Monitor (OM)
Ziel: Röntgenbeobachtung von heißem Gas mit Temperaturen von millionen bis milliarden Grad zum Studium von Schwarzen Löchern, Neutronensternen, Galaxien und Galaxienhaufen

Mit einer Sammelfläche von 1900 Quadratzentimetern und einer Brennweite von 7,5 Metern sind die Drillingsröntgenteleskope die derzeit leistungsfähigsten im All. Die Spiegel mit nur 0,5 Nanometer Rauigkeit zählen zu den glattesten Oberflächen, die je geschliffen wurden. Die drei Teleskope können gleichzeitig Röntgenbilder und -spektren aufnehmen.

ILLUSTRATION: ESA / AH

XMM-Newton im Orbit mit geöffneten Teleskopabdeckungen

Röntgenspektren in einem sechsfach breiteren Energiebereich aufzunehmen, musste es doch gelingen, aus den bislang vorliegenden Daten schlau zu werden. Mittlerweile hatte der hochauflösende Chandra-Röntgensatellit der Nasa die Supernova auch beobachtet und das Hubble-Weltraumteleskop den Vorgängerstern identifiziert.

Drei Jahre zog sich das Warten hin bis zum erfolgreichen Start XMM-Newtons an Bord einer Ariane-5, der Inbetriebnahme und seinem ersten Blick auf M 100. Die Analyse der Daten bestätigte unseren Verdacht: Im Gegensatz zu allen bisherigen Supernovae macht 1979 C keinerlei Anstalten, an Röntgenhelligkeit nachzulassen. Ein Vierteljahrhundert nach der Explosion ist sie zehntausendmal heller als die berühmte 1987A in der Großen Magellanschen Wolke und noch immer die stärkste Röntgenquelle in M 100 – abgesehen vom Kern der Galaxie, einem supermassereichen Schwarzen Loch (Bild S. 26 oben links).

Die Leiche, die nicht zur Ruhe kommen will

Zeitgleiche optische und ultraviolette Beobachtungen mit dem optischen Teleskop an Bord des XMM-Newton ergaben (Bild S. 26 oben rechts), dass 1979 C in diesem Energiebereich 250-mal schwächer wurde – von 11,6ter auf 17,6te Größe, was gerade noch mit einem guten Amateurteleskop zu sehen ist. Aber wieso bleibt diese Supernova im Röntgen so hell und verblasst so schnell im sichtbaren, im UV- und im Radiobereich?

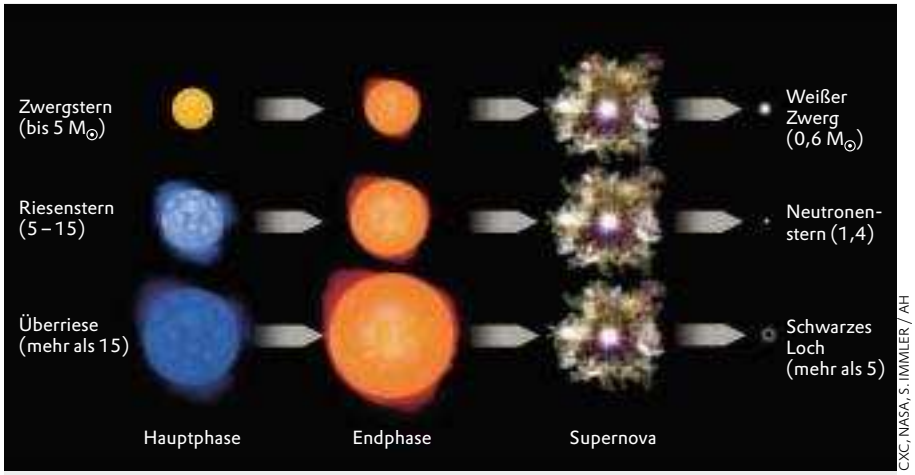
Mit den zahlreichen Röntgenbeobachtungen der verschiedenen Satelliten konnten wir die Materiedichte in der Umgebung des Sterns bestimmen. Das ist ungefähr so, als wenn man sich die Jahresringe eines Baumstamms ansieht. Unsere Berechnungen ergaben, dass die Dichte innerhalb eines Bereichs, der 25-mal größer ist als unser Sonnensystem, erheblich über der im Weltraum typischen liegt. In der Region von 1979 C gibt es 10 000 Atome pro Kubikzentimeter, das ist mehr als das Tausendfache der Teilchendichte im Sonnenwind.

Da sich die Stoßwelle der Supernovahülle mit einer Geschindigkeit von zirka 9000 Kilometer pro Sekunde rund tausendfach schneller ausbreitet als der Wind der Vorgängersonne, können wir ihr Fortschreiten als »Zeitmaschine« verwenden, um die windigen letzten 16 000 Jahre des Sterns vor seinem Tod zu rekonstruieren.

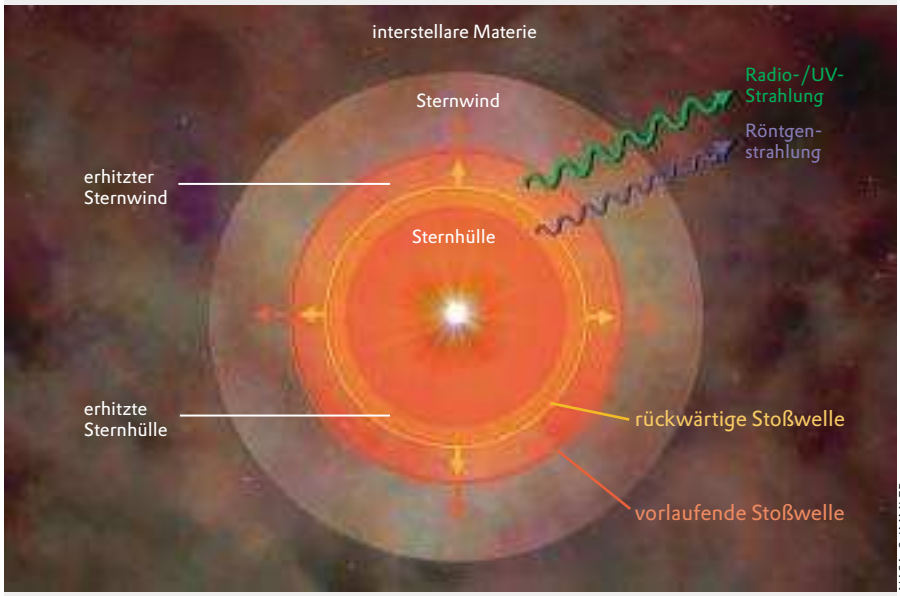
Wie es scheint, hat er über den gesamten Zeitraum hinweg mit einem äußerst starken Sonnenwind jedes Jahr ein Zehntausendstel seiner ursprünglich 18 Sonnenmassen ins All geschleudert. Das ist eine der höchsten Massenverlustraten, die je bei einen Stern gemessen wurden.

Das ist jedoch die Lösung für das Rätsel um die konstante Helligkeit von SN 1979 C: Durch den starken Wind des Vorgängersterns ist die Supernova von so viel Gas umhüllt, dass das durch die Explosion davongeschleuderte Material beim Aufprall eine Massenkarambolage sondergleichen verursacht. Diese pflanzt sich immer weiter fort und zeigt sich durchweg im Röntgenlicht. Im Gegensatz dazu sieht man im Optischen »nur« das Nachleuchten der Explosion, dessen Echo schnell verhallt.

Eine lange Nachfolgebeobachtung mit dem Chandra-Röntgenobservatorium ist bereits in Vorbereitung und es wird sich zeigen, ob dieser einzigartige Fund hält, was er verspricht: Eine fette Beute, an der die Wissenschaft und die interessierte Öffentlichkeit, wie der Flugpassagier in San Francisco, noch lange etwas hat. <<



CXC, NASA, S. IMMLER / AH



NASA, S. IMMLER

Das jähe Ende von Sternen unterschiedlicher Größe (typische Werte in Vielfachen der Masse unserer Sonne) und was von ihnen übrig bleibt (oben, nicht maßstabsgerecht). Die während der Explosion abgesprengte Hülle pflügt durch den Raum und prallt auf den in den Jahrtausenden zuvor abgeblasenen Sternwind (unten).

Stefan Immler ist Astrophysiker am Goddard Space Flight Center der Nasa und hält Kosmologievorlesungen an der Universität von Maryland in College Park, USA.

Die Reise des Jahrhunderts

Eines Tages werden Astronauten auf dem Mars landen, so will es nicht nur US-Präsident Bush. Auch die Europäer können sich eine Expedition zum Roten Planeten vorstellen.

>> Thorsten Dambeck

Wenn auf dem Mars die Sonne untergeht: Da sie vom Mars eineinhalbmal so weit entfernt ist wie von der Erde, erscheint sie über dem Rand des etwa achtzig Kilometer vom Roboter Spirit entfernten Gusev-Kraters deutlich kleiner.

Eines Tages, da sind sich Politiker, Forscher und Astronomen sicher, werden nicht nur ferngesteuerte Roboter, sondern auch irdische Besucher auf dem Mars Zeugen grandioser Sonnenuntergänge werden – und ihre ferne Heimat beobachten, die bei sternklarer Nacht durch ein Teleskop ähnlich gut zu sehen sein wird wie auf dem Bild des amerikanischen Mars Global Surveyor. Die Aufnahme entstand vor zwei Jahren, als der Rote Planet rund 140 Millionen Kilometer von der Erde entfernt war (siehe S. 32 oben).

Wann aus dieser Fantasie Realität wird, ist noch ungewiss, sicher wird es noch Jahrzehnte dauern, bis aus der Idee ein fester Plan wird. Immerhin: Die wichtigsten Rahmenbedingungen für einen künftigen Marsflug sind schon jetzt klar. So muss die Reise besonders Treibstoff sparenden Bahnen folgen, wie sie schon in den 1930er Jahren von dem deutschen Ingenieur Walter Hohmann berechnet wurden. Allerdings: Diese Hohmannbahnen entsprechen zwar den mit Abstand preiswertesten Verbindungen, die kürzesten sind sie jedoch nicht. Marsfahrer wären bis zur hoffentlich sicheren Heimkehr fast drei Jahre unterwegs. Eine gewaltige physische und psychische Herausforderung – und reichlich Zeit für sehnsüchtige Blicke zurück durchs Fernrohr. Anders als bei Reisen zum Mond sind Marsfahrer zudem viel stärker auf sich gestellt. Geriete die Mission nämlich in Schwierigkeiten, wäre >

NASA, JPL / CORNELL U.

NASA, JPL / MSSS

Die ferne Heimat – wie Mars Global Surveyor sie sah. Die Raumsonde schoss dieses Bild von Erde und Mond aus ihrer Umlaufbahn, rund 140 Millionen Kilometer von uns entfernt.

> ein Abbruch mit vorzeitiger Rückkehr zur Erde nicht so ohne Weiteres möglich, schließlich ist die Reiseroute präzise auf die sich zeitlich verändernden Positionen von Mars und Erde ausgelegt.

Shuttle-Recycling

Genau genommen dauern Hin- und Rückflug entlang einer solchen Hohmannbahn zum Mars mindestens 960 Tage. Das jedenfalls sagt das Marsflugkonzept, das fast dreißig Esa-Experten im vergangenen Jahr entwickelten und das auf weit gehend heute verfügbarer Technik beruhte. Ein »konservativer Ansatz«, wie sie es nennen. Am Ende des Aurora Exploration Programme der Esa, ein von zwölf der 17 Mitgliedsstaaten getragenes planetares Erkundungsprogramm, bei dem seit Kurzem auch Deutschland mitmischt, könnten einst auch bemannte Flüge zum Mond und zum Mars stehen.

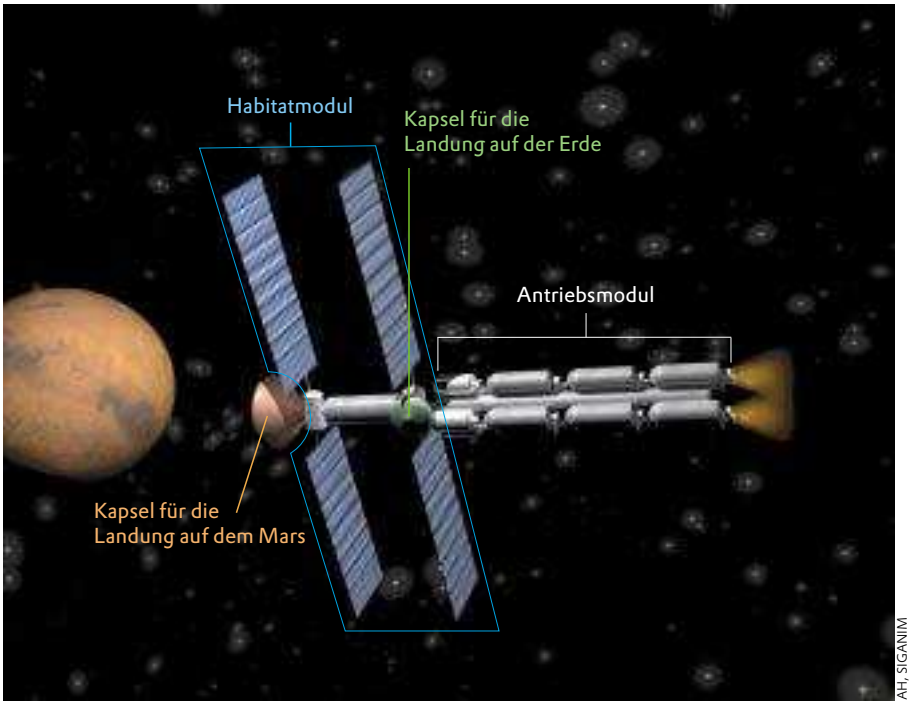
Zunächst zielen die Forscher aber auf robotische Missionen – und kämpfen dabei zurzeit mit einem handfesten Problem: Bisher stehen nämlich lediglich 44,5 Millionen Euro zur Verfügung und das sind selbst für erste Schritte, etwa den für das Jahr 2011 geplanten Exo-Marsrover, bestenfalls ein Anfang.

Trotzdem denken die Esa-Ingenieure bereits weiter. Wenn es nach ihrem Szenario geht, könnten schon am 4. April 2033 Menschen zum roten Nachbarn fliegen – und zwar aus einem niedrigen Erdorbit in rund 400 Kilometer Höhe, wo das Marsraumschiff zuvor, ähnlich wie die Internationale Raumstation ISS, aus einzelnen Modulen montiert wurde.

Etwa vier Jahre soll der Zusammenbau des kolossalen Schiffs dauern, das Platz für sechs Marsflieger bieten wird. Die Planer gehen von 1355 Tonnen Gesamtmasse aus, von denen achtzig Prozent, nämlich 1083 Tonnen, auf den Raketensprit aus Wasserstoff und Sauerstoff entfallen. Elektrische oder gar nukleare Antriebe wurden in der Studie ausgeschlossen – wie gesagt: Grundlage war ein konservativer Ansatz. So bringt das aufgetankte Marsschiff fast die dreifache Masse der kompletten ISS auf die Waage.

»Mit einem stärkeren Transportsystem als den heute verfügbaren Raketen könnte der Zusammenbau im Orbit am besten bewerkstelligt werden«, sagt Michael Khan vom Darmstädter Esoc-Kontrollzentrum. Achtzig bis hundert Tonnen Nutzlast müsste, so der Esa-Experte, ein solches Arbeitspferd in eine niedrige Erdumlaufbahn hieven können.

Kraftpakete, die wesentlich mehr als die Zwanzig-Tonnen-Nutzlast der heutigen Raketengeneration heben können, gab es bereits: In Gestalt der Saturn-V-Rakete des amerikanischen Apollo-Programms und der Energija, mit der 1988 der sowjetische Spaceshuttle Buran (russisch: Schneesturm) seinen einzigen orbitalen Testflug absolvierte. Aber auch mit der noch zu bauenden Riesenrakete



AH, SIGANIM

Über hundert Meter lang soll das Marsschiff der Esa sein. Wer weiß, vielleicht startet es schon in weniger als dreißig Jahren zu seiner Reise mit sechs Astronauten an Bord. Drei davon werden tatsächlich den Mars betreten.

wären immerhin 25 Flüge zur Raumwerft im Erdorbit nötig, um in gut vier Jahren das Schiff für den Marstrip zu montieren.

Immerhin grübelt man in den USA ja bereits intensiv über die Zeit nach dem Spaceshuttle. Als Konsequenz aus dem Columbiaabsturz im Februar 2003 und ähnlichen Problemen mit der Tankisolierung beim Start der Discovery im Juli hat die Nasa die US-Shuttles endgültig zum Auslaufmodell erklärt. Ab 2010 kommen die Raumtransporter ins Museum. Zur neuen Ära der US-Raumfahrt könnte dann auch eine Schwerlastrakete gehören. Wie das britische Wissenschaftsblatt »New Scientist« kürzlich vermeldete, sollen dabei Teile des Shuttle-Antriebssystems Wiederverwendung finden. So wolle die Nasa die Entwicklungszeit für die neue Rakete verkürzen und Kosten sparen.

65 Kilogramm Steine im Gepäck

Aber auch die Europäer untersuchen nach Angaben von Missionsanalytiker Khan zurzeit stärkere Startsysteme, und zwar auf Basis der Arianetechnik. Während also noch unentschieden ist, welcher Lastkahn die Bauteile in die Umlaufbahn schleppen wird, gibt es für das Marsschiff selbst bereits präzisere Angaben: Es wird über einen gewaltigen, rund fünfzig Meter langen, vierstufigen Antrieb verfügen, eine Wohneinheit, dem so genannten Habitatmodul, einen Mars-Lander und die Kapsel für die Rückkehr der Crew zur Erde. Alles in allem soll das Ungetüm 102 Meter lang sein.

Allein das Habitatmodul misst dem Plan zufolge zwanzig mal sechs Meter. Es soll das Team fast während des 31-monatigen Missionsmarathons beherbergen und jedem Astronauten einen eigenen privaten Rückzugsraum bieten (siehe »Wie Sardinen im All«, AH-Mars-Spezial 2003, S. 34). Außerdem ist es Arbeits-, Schlaf- und Schutzraum vor Sonnenwind und kosmischer Strahlung. Insbesondere bei Sonneneruptionen ist der Schutz für die Marsfahrer überlebenswichtig.

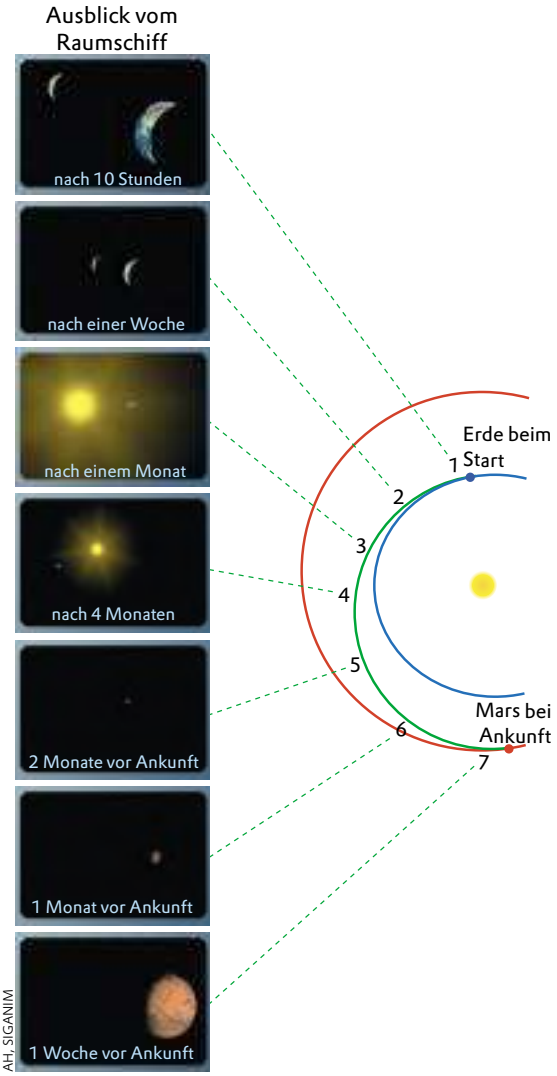
Am 11. November 2033, so die Planung, wird die Crew den Mars schließlich erreichen und in eine Umlaufbahn einschwenken. Khan: »Eine Option wäre die Marsatmosphäre zur Korrektur der Umlaufbahn des Raumschiffes zu benutzen. Das spart eine Menge Treibstoff.« Aerobraking nennen das Raumfahrtingenieure, ein Verfahren, das erstmals 1993 mit der Venus-Sonde Magellan erprobt wurde und 1998 beziehungsweise 2001 auch Mars Global Surveyor und Mars Odyssey erfolgreich in ihre Bahnen um den Roten Planeten brachte. Das Aerobraking-Manöver ist allerdings Zeit raubend, bis zu sechs Monate müssen dafür einkalkuliert werden. Zusätzlich ist ein Zeitpuffer für günstiges Landewetter notwendig – bei einem Staubsturm im Landegebiet müssen die Astronauten im Orbit auf Wetterbesserung warten.

Den Landeplatz werden Wissenschaftler bereits lange vorher mit Hilfe von Sonden ausgewählt haben. Schon jetzt ist der Mars besser kartiert als mancher Fleck auf Erden. Gerade erst ist die Nasasonde Mars Reconnaissance gestartet. Sie soll Bilder mit einer Auflösung von bis zu einem Meter pro Pixel schießen (siehe S. 9). Drei Astronauten sollen schließlich dem Trupp angehören, der den ersten Vorstoß zur Planetenoberfläche unternimmt. Die ersten Menschen auf dem Mars! Doch Esa-Experte Khan warnt: »Atmosphäreneintritt, Abstieg und Landung sind die kritischsten Phasen der gesamten Mission. Wäre ich für die Sicherheit der Mission zuständig, würde ich mir darüber am meisten den Kopf zerbrechen.« Kein Wunder, denn manche Landesonde hat der Rote Planet verschlungen.

Seine dünne Atmosphäre kann sich binnen Wochen von einem klaren Lüftchen in ein turbulentes Staubmeer verwandeln. Ungebetene Überraschungen, die auch für die Landetechnik kritisch sind, denn die Ingenieure müssen eine präzise Wettervorhersage für den Tag der Landung erstellen. Doch das gleicht bislang immer noch einem Vabanquespiel: Vom britischen Beagle blieb nichts als ein Abschiedsfoto und »auch der Spirit ist härter aufgeschlagen als die Nasa es ursprünglich erwartete«, so Michael Khan über den trotzdem glücklich gelandeten Nasarover.

Eine bemannte Marsfähre wird natürlich nicht wie Spirit in Airbags gehüllt ins Geröll krachen. »Der Lander wird auf Beinen aufsetzen«, stellt der Mars-Planer klar. Einige Sols, also Marstage, zur Eingewöhnung an die Schwerkraft werden folgen, dann steht für die Astronauten der erste Landgang an. Kraft zehrende Exkursionen werden wegen der im Vergleich zum Mond 2,3fach höheren Gravitation deutlich kürzer als zu Zeiten der Apollo-Missionen ausfallen. In speziellen Raumanzügen werden die Erkundungstouren höchstens sechs Stunden dauern.

Sehr weit dürfen sich die Planetenpioniere dabei nicht vorwagen. Denn auch wenn sie mit einem Geländewagen motorisiert sind, müssen sie bei einer Panne notfalls per pedes den Rückweg zur Landefähre schaffen können. Lediglich fünf Kilometer Aktionsradius setzten die Planer deshalb an. Sicherheitsgründe sind auch dafür verantwortlich, den ersten Vorstoß zur Marsoberfläche auf dreißig Tage zu begrenzen. Erst Nachfolgemissi- >



Der Blick durchs Fenster eines Marsraumschiffs. Schon nach wenigen Stunden werden Erde und Mond nur noch als schmale Sicheln sichtbar sein. Nach einigen Wochen ist die Erde neben der Sonne nur noch als kleiner heller Punkt zu sehen.

ESA

So stellen sich Esa-Forscher ein Landemodul auf dem Mars vor. Ein kleines Kernkraftwerk könnte die Energieversorgung sichern.

> onen sollen längere Erkundungen am Boden absolvieren.

Mit rund 65 Kilogramm Bodenproben im Gepäck wird die Landecrew also nach einem Monat zurück zu den drei Kollegen im Orbit starten. Ende April 2035 sollen die Marsfahrer schließlich das dreiwöchige Startfenster für den Heimflug nutzen. 550 Tage haben sie an und auf dem Mars verbracht, den weitaus größten Teil davon im Orbit. Ein 200-Tage-Trip durch den interplanetaren Raum trennt sie nun von der Konfettiparade zu Hause. Wenngleich der größte Teil einer solchen Mission schon mit heutigen Mitteln durchführbar wäre, dürfte die Reise zum Mars, wenn sie frühestens in 25 Jahren stattfindet, trotzdem anders aussehen, gibt Esa-Manager Dieter Isakeit zu bedenken. Denn nicht alle Ideen sind bereits umsetzbar.

So wäre insbesondere für längere Marsaufenthalte ein kompakter Kernreaktor notwendig. Ein solches Mini-KKW hätte eine elektrische Leistung von rund fünfzig Kilowatt und würde die Stromversorgung anders als bei den heute üblichen Solarzellen auf wetterfeste Beine stellen. Denn wenn jene Staubstürme die Sonne verdunkeln, droht eine dramatische Energiekrise.

Eine atomare Stromversorgung hätte freilich ebenfalls ihre Risiken. Die Strahlenbelastung ist auch ohne Radioaktivität aus dem Mars-KKW bereits beträchtlich, deshalb müsste das ein- bis zwei Tonnen schwere Kraftwerk wohl entfernt vom Landeplatz vergraben werden.

Mit künftigen Raumsonden werden auch neue Technologien auf den Prüfstand kommen, die ihre Tauglichkeit für den bemannten Flug noch beweisen müssen. Eine mögliche Trumpfkarte heißt Aerocapture.

Heißer Ritt

Während beim bereits erprobten Aerobraking das Raumschiff bei jedem Umlauf immer wieder für wenige Minuten in die Gashülle des Planeten eintaucht, um so durch Reibung sanft abzubremsen, wäre Aerocapture ein erheblich heißerer Ritt durch die Marsatmosphäre. Die Bremswirkung ist dabei stark genug, so jedenfalls die Theorie, dass mit nur einem einzigen Eintauchmanöver ein Einfang im Marsschwerefeld gelingt. Die Umlaufbahn kann dann mit Aerobraking weiter abgesenkt werden.

Keine Sonde, geschweige denn ein bemanntes Raumschiff, hat das je versucht. Für das Aerocapture-Manöver müssten etwa aufblasbare Schutzschilde eine so große Widerstandsfläche schaffen, dass das für das Vakuum konstruierte Raumgefährt schon in der Hochatmosphäre hinreichend gebremst wird und die Reibungshitze trotzdem beherrschbar bleibt. Beide Bremsvarianten, insbesondere Aerocapture, scheinen heute zwar noch riskant. Doch Marsschiffe könnten in Zukunft bei gleicher Nutzlast auf die halbe Startmasse schrumpfen – so groß wäre die damit eingesparte Treibstoffmenge.

Noch radikalere Konzepte gehen von der Synthese des Treibstoffs für den Rückflug aus dem Kohlendioxid der Marsluft aus. Zusammen mit Wasserstoff ließe sich in einer kleinen Chemiefabrik vor Ort Methan zusammenbrauen. Das reaktionsfreudige Gas ist ein akzeptabler Raketensprit – das wäre die erste Tankstelle auf dem Mars. <<

Thorsten Dambeck ist Wissenschaftsjournalist in Berlin. Er schreibt regelmäßig für ASTRONOMIE HEUTE.

Mond pur

Lassen Sie Ihre Kamera und Ihr Teleskop einmal zu Hause und genießen Sie den Anblick unseres Trabanten mit bloßem Auge.

>> Charles A. Wood

Unsere hochtechnisierte Welt macht auch vor der Astronomie nicht Halt. Vor lauter Computerteleskopen und Digitalkameras vergessen wir daher allzu oft, den Mond einmal nur mit der Ausrüstung zu beobachten, die die Natur uns mitgegeben hat: einfach mit unseren Augen!

Immer wenn es klar ist, werfe ich bei Tag oder Nacht einen kurzen Blick auf unseren Trabanten um nachzusehen, in welche Phase er gerade ist oder um seine Pendelbewegung (Libration) abzuschätzen. Letztere kann ich gut bestimmen, indem ich mir die Position des Mare Crisium (Pfeil) relativ zum Mondrand anschaue. Auch mit den Augen allein lässt sich also ein wenig Wissenschaft betreiben.

Achten Sie doch das nächste Mal darauf, wenn Sie abends die dünne Mondsichel sehen, ob Sie die von ihr eingerahmte schwach beleuchtete Mondscheibe noch erkennen können. Dieses Schimmern nennt man Erdlicht, und für mich ist es eines der erstaunlichsten Phänomene im Sonnensystem. Die beste Beobachtungszeit dafür ist der frühe Abend wenige Tage nach Neumond, wenn unser Trabant zunimmt und als schmale Sichel am Westhorizont steht, oder der frühe Morgen wenige Tage vor Neumond, wenn sich die abnehmende Sichel vor Sonnenaufgang am Osthorizont zeigt.

GARY SERONIK

GLOSSAR

Erdlicht: Von der irdischen Atmosphäre gebrochenes Sonnenlicht, das auch die normalerweise dunkle Sphäre des Monds schwach illuminiert.

Libration nennt man die scheinbare Taumelbewegung des Monds. Auf Grund seiner nicht konstanten Umlaufgeschwindigkeit und seiner leicht geneigten Rotationsachse sehen wir bis zu 59 Prozent seiner Oberfläche.

Schwaches Schimmern des Erdlichts

Diesen Anblick beschreibt man im Englischen auch romantisch mit den Worten »der alte Mond in des Armen des Neumonds«. Leonardo da Vinci, das Multitalent der Renaissance, hat als Erster richtig erkannt, dass es sich beim Erdlicht um Sonnenlicht handelt, das die Erdscheibe auf die dunkle Mondoberfläche reflektiert. Wenn Ihnen das unwahrscheinlich vorkommt, so denken Sie daran, dass die voll beleuchtete Erde etwa fünfzigmal heller ist als der Vollmond.

Das wiederum liegt daran, dass unser Heimatplanet viel größer ist und zudem ein höheres Rückstrahlvermögen (Albedo) besitzt. Dieses Licht, das die Nachtseite des Monds beleuchtet, wird von uns als Erdlicht wahrgenommen. Mit Ferngläsern oder Fernrohren geringer Vergrößerung lassen sich sogar viele Einzelheiten in den schwach beleuchteten Mare- und Hochlandgebieten erkennen.

Mit bloßem Auge können Sie eines der wichtigsten und grundlegendsten Merkmale der Mondoberfläche erkennen: den Unterschied zwischen den hellen Hochländern und den dunklen Maria.

JARLE AASLAND

CORBIS, SETH JOEL

Leonardo da Vinci war der Erste, der den Ursprung des schwachen Erdlichts auf der Mondoberfläche richtig erklärte. Diese Zeichnung des von der Erde beleuchteten Monds (oben rechts) stammt aus seinem »Codex Leicester«, der zwischen 1506 und 1510 entstand.

Wenn der Mond dann von Tag zu Tag zunimmt, wird es immer schwerer, das Erdlicht zu beobachten. Dafür gibt es zwei Gründe. Zum einen nimmt man wegen der langsam heller werdenden Mondsichel das leichte Schimmern des Erdlichts schlechter wahr. Entscheidender ist jedoch, dass die Lichtquelle selbst schwächer wird. Denn Sie müssen bedenken, dass bei jeder Mondphase die Erde von der Mondoberfläche aus gesehen genau die entgegengesetzte Phase zeigt.

Wenn die Sichel schmal ist, erscheint die Erde vom Mond aus bauchig und fast voll. Wenn er also das erste Viertel erreicht, ist auch unser Planet nur halb beleuchtet und wirft deshalb weniger Sonnenlicht zurück. Probieren Sie es einfach einmal aus: Wie lange nach Neumond können Sie das Erdlicht ohne optische Hilfsmittel noch auf der Mondscheibe erkennen? Und wie lange gelingt Ihnen dies mit einem Fernglas oder einem Teleskop?

Eine fundamentale Erkenntnis

Leonardo da Vinci hat zwar die Ursache des Erdlichts erkannt, doch es dauerte noch mehr als ein Jahrhundert, bis Galileo Galilei zum ersten Mal ein Teleskop auf den Mond richtete und feststellte, dass seine Oberfläche nicht aus Land und Wasser besteht, sondern aus zwei grundlegend verschiedenen Geländetypen: aus flachen, dunklen Ebenen, den Mondmeeren (lateinisch: Maria) und hellen hügeligen Hochländern.

Diese beiden Typen können Sie sogar schon mit unbewaffnetem Auge unterscheiden. Dass sie in ihrer Beschaffenheit und Struktur fundamental verschieden sind, ist die wichtigste geologische Erkenntnis, die Forscher auf der Mondoberfläche gewonnen haben (siehe AH 3/2005 »Wie der Mond zu seinem Gesicht kam«, S. 16).

Anders als die Erde, die aus vielen verschiedenen Gesteinstypen und Landschaftsformen besteht, ist der Mond recht einfach aufgebaut. Seine Maria bestehen aus dunkler, basaltischer Lava, die sich in bereits zuvor existierende Einschlagbecken ergossen hat.

Die Hochländer erscheinen uns so hell, weil sie größtenteils aus dem aluminiumreichen Anorthosit bestehen. Doch warum sind sie so zerfurcht und hügelig und nicht so glatt wie die lunaren Meere? Die Hochplateaus sind viel ursprünglicher als die lavaüberfluteten Mondmeere. Zehntausende Einschlagkrater aus einer Epoche intensiven Bombardements in der ersten halben Milliarde Jahre nach der Entstehung des Monds haben sich hier fast unverändert gehalten.

Wenn Sie die Hochländer anschauen, denken Sie einmal an diese turbulente Zeit vor 4,5 Milliarden Jahren zurück, als Kometen und Asteroiden auf den Mond niederprasselten. Die Erde entging diesem Beschuss natürlich ebenso wenig. Doch Erosion, Sedimentation und Plattentektonik haben die meisten der Narben jener Zeit wieder von der Erdoberfläche verschwinden lassen. Nur die lunaren Plateaus spiegelt die gewaltsame Anfangszeit unseres Sonnensystems wider. <<

Charles A. Wood lebt heute in Nicaragua, wo er den Mond mal mit und mal ohne Fernrohr beobachtet.

ASTRONOMIE HEUTE

PRÄMIERTES WISSEN

Gewinnen Sie einen neuen Leser für ein Jahresabonnement von ASTRONOMIE HEUTE – und wählen Sie eine Dankesprämie!

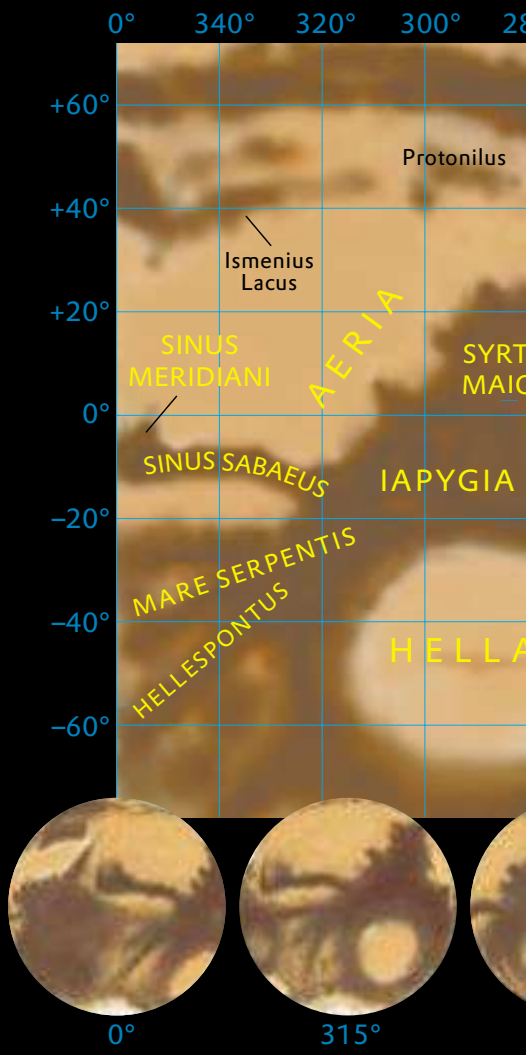
»128 MB USB 1.1 Stick Silver« mit Verlängerungskabel und Trageband (ab Win 98)

»Universalgutschein BestChoice« über 30 €, einlösbar bei bis zu 100 Anbietern. Umtausch gegen Bargeld ist ausgeschlossen.

»Himmelsset für den Hobbyastronomen« mit Sternkartenbuch, Sternführer, drehbarer Sternkarte und Rotlicht-Taschenlampe

Jahresabo spektrum**direkt.** Die tägliche Wissenschaftszeitung im Internet mit über 12 000 Archivartikeln und vielen Links.

Bestellen können Sie per Post: über den Beihefter, per Telefon: 06221 9126-743, per Fax: 06221 9126-751, oder unter:
www.astronomie-heute.de/abo



Letzte Gelegenheit

In diesem Jahr wird der Mars über zwanzig Bogensekunden groß am Himmel stehen. Erst bei der Opposition im Jahr 2018 lässt er sich erneut so gut beobachten.

>> Alan MacRobert und Daniel Troiani

Weil der Mars klein und meist recht weit von uns entfernt ist, erscheint er in aller Regel nur als kleiner orangefarbener Fleck am Himmel. Richtig groß sieht man ihn nur alle 26 Monate, wenn sich Mars und Erde auf ihren Bahnen besonders nahe kommen. Dann ist es uns vergönnt, sogar Canyons, Wolken, Staubstürme und Polkappen auszumachen. Allerdings sind die Abstände während solcher Oppositionsstellungen ziemlich unterschiedlich, denn im Schnitt gibt es im Lauf eines etwa 16 Jahre dauernden Zyklus zwei oder drei aufeinander folgende Oppositionen, bei denen wir unseren Nachbarn so dicht überholen, dass er besonders gut zu beobachten ist.

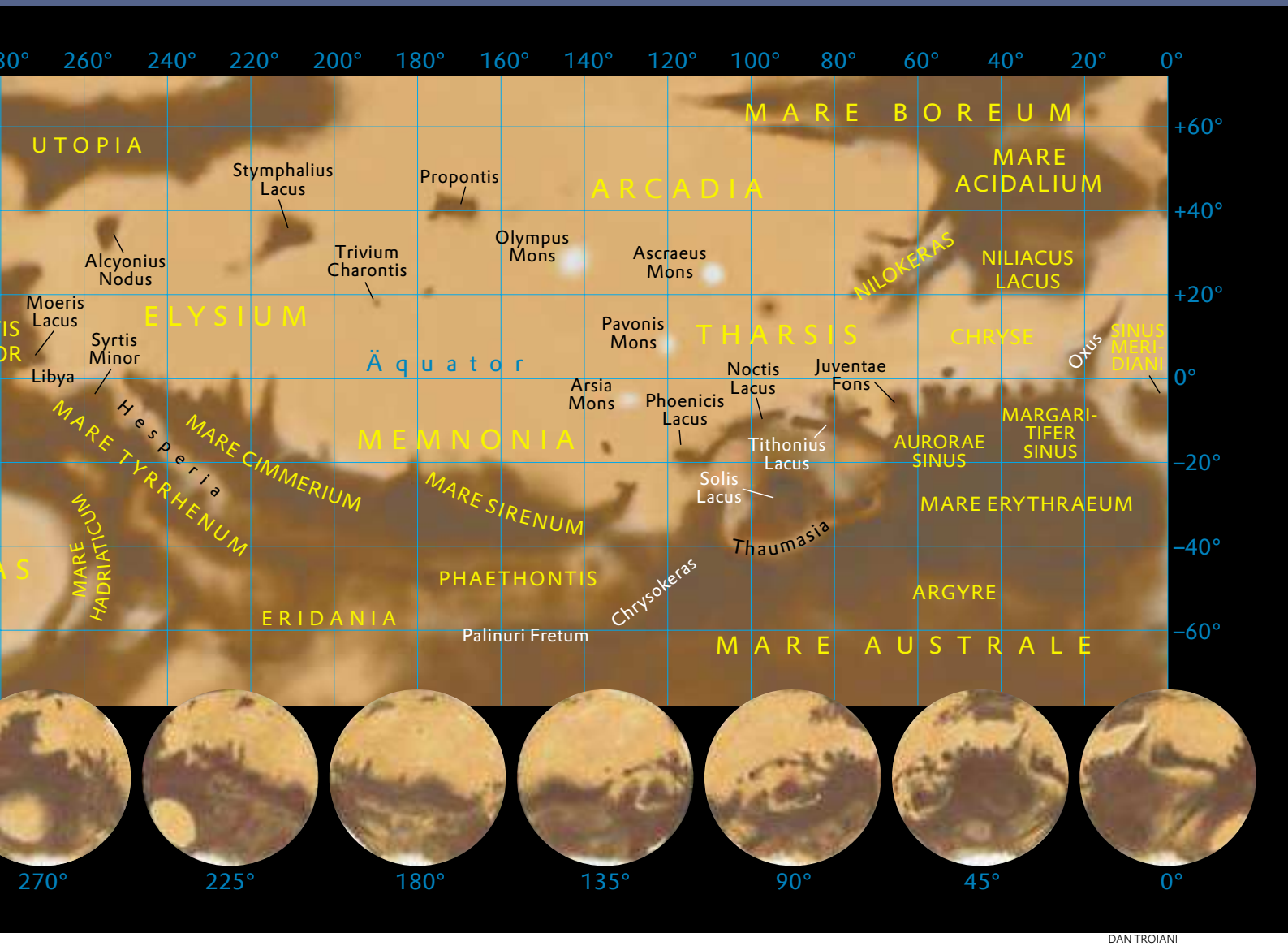
Den letzten dieser Höhepunkte konnten Marsfreunde im August 2003 genießen, als der Rote Planet einen scheinbaren Durchmesser von 25,1 Bogensekunden erreichte und damit einen Rekord brach. Zum letzten Mal war er vor 73 000 Jahren so gut zu sehen. Noch näher wird er uns erst im Jahr 2287 kommen. Aber auch in diesem Herbst – in der Nacht vom 29. auf den 30. Oktober – erreicht das Marsscheibchen immerhin die beachtliche Größe von 20,2 Bogensekunden. Während der nächsten Opposition im Dezember 2007 wird er uns hingegen nur 15,9 Bogensekunden groß erscheinen. Bis 2018 muss warten, wer ihn erneut so gut beobachten will wie Ende dieses Monats.

Glück im Norden

Zudem haben Beobachter auf der Nordhalbkugel diesmal besonderes Glück: Zwar wird der Mars kleiner bleiben als 2003, dafür steht er nun aber höher am Himmel, sodass der Blick weniger durch atmosphärische Einflüsse getrübt ist. In den besten Monaten vor zwei Jahren hatte der Mars ziemlich weit südlich des Sternbilds Wassermann gestanden (Deklination –15 Grad); während er diesmal hoch oben im Widder strahlt (Deklination +15 Grad).

Seit Wochen schon scheint der Mars groß und hell vom frühmorgendlichen Himmel. Ende Juli war er bereits auf elf, einen Monat später auf 13 Bogensekunden angewachsen. Bis zum Nikolaustag ist er noch über 16 Bogensekunden groß, kleiner als zehn Bogensekunden wird er erst ab dem 20. Januar 2006. Kurzum: In den kommenden Monaten ist der Mars der Star am Himmel.

Angesichts der ungeheuren Flut von Bildern und Daten der Erkundungssatelliten und ferngesteuerten Fahrzeuge ist der Mars faszinierender denn je – und er bereitet dem Anfänger gleichermaßen viel Vergnügen wie dem fortgeschrittenen Beobachter. So dürfte es in einer klaren Nacht und mit einem hochwertigen Vier- bis Sechs-Zoll-Teleskop kein Pro-



DAN TROIANI

blem sein, die weiße Südpolkappe und die wolkenverhangene Nordpolregion zu erkennen. Je nachdem, welche Seite des Planeten uns zugewandt ist, sind auch dunkle Oberflächenstrukturen gut zu sehen. Sogar Dunstschichten, weiße Wolken und die Spuren sich bewegender, gelber Staubstürme werden mitunter sichtbar.

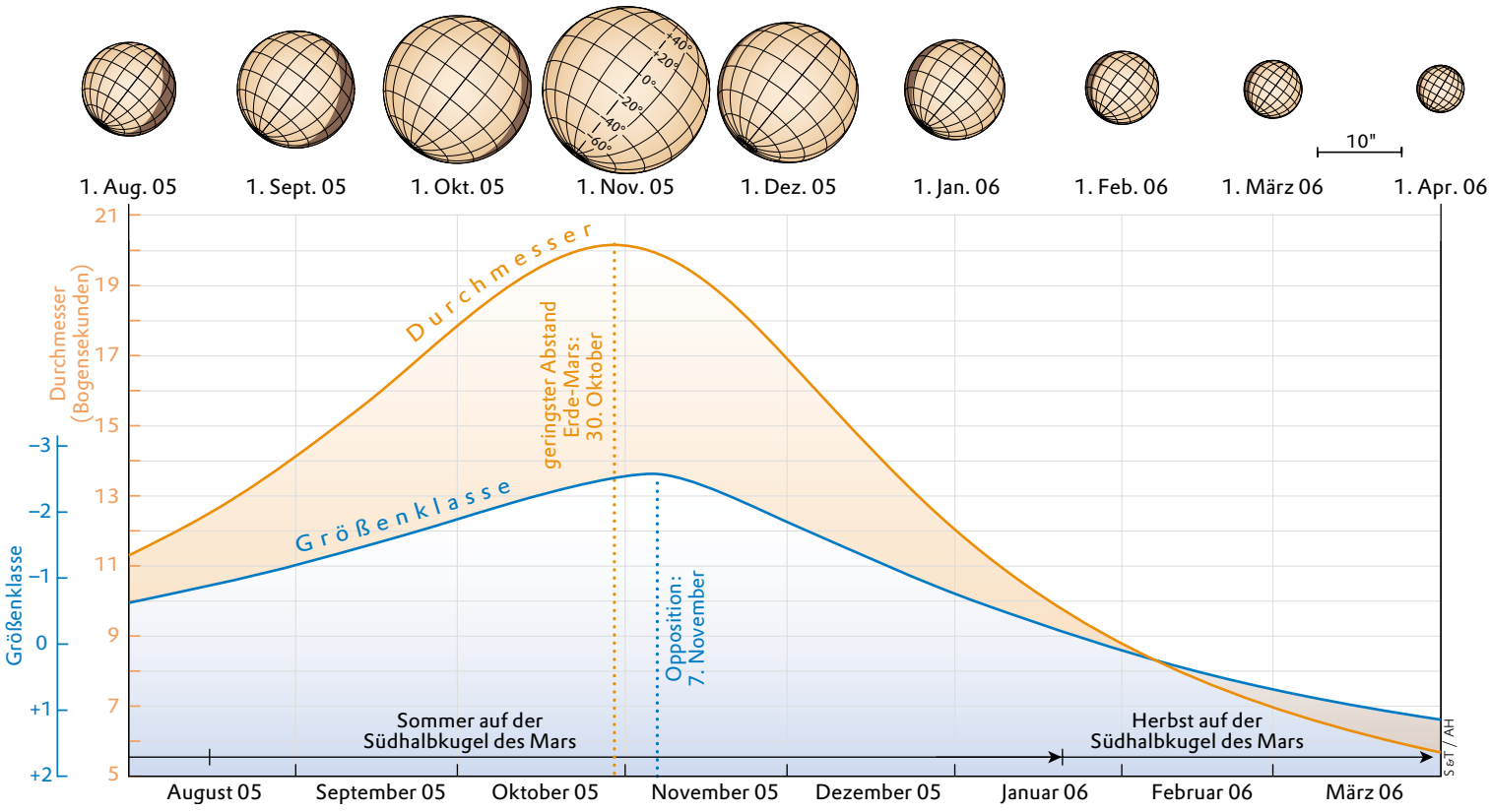
Hoffentlich kein Sandsturm

Der Mars ist unserem Planeten in mancher Hinsicht sehr ähnlich: Auch auf ihm gibt es vier Jahreszeiten, recht zuverlässig vorhersagbare Wetterbedingungen, jährlich wachsende beziehungsweise schrumpfende Polkappen, hohe Eiswolken und gelegentlich auch kräftige Stürme. Ungewöhnlich ist hingegen, dass sich manche Oberflächenmerkmale über Jahre hinweg zu bewegen scheinen – vermutlich weil der Wind feinen Staub mal hier- und mal dahin weht und das dunkle Gestein bedeckt und wieder freilegt. In den nächsten Monaten zeigt der Planet dem irdischen Beobachter seine detailreiche Südhalbkugel. Allerdings wird die südpolare Eiskappe im Oktober schon deutlich geschrumpft sein, schließlich war dort am 16. August Sommeranfang (Herbstanfang ist übrigens am 21. Januar). Derzeit gut zu sehen ist hingegen die dichte Wolkendecke über dem Nordpol.

Gänzlich unvorhersehbar ist, ob sich auch einer der großen Sandstürme zeigt. Die besten Aussichten bestehen in der Zeit vom ausgehenden Frühling bis in den Hochsommer (auf der südlichen Hemisphäre). Denn dann kommt der Mars auf seiner Bahn der Sonne am nächsten. Manche Stürme breiten sich über die gesamte Oberfläche aus und verwehren jeden Durchblick gerade dann, wenn der Planet besonders dicht an die Erde herankommt. 2001 war das der Fall, weshalb unzähliger Beobachter reichlich frustiert waren.

Schön wär's, daber so deutlich wird sich der Mars wohl nicht zeigen. Mit den meisten Teleskopen sind nur die größten dunklen Regionen sichtbar, die sich mit dieser Darstellung aber leicht identifizieren lassen.

Für die Beobachtung des Mars sind generell leistungsfähige und hochwertige Refraktoren oder Newton-Reflektoren empfohlen. Aber auch moderne Schmidt-Cassegrains haben sich bewährt (siehe Foto S. 40). Der letztlich entscheidende Faktor ist ohnehin unsere eigene Atmosphäre. Grundsätzlich gilt: Auch an guten Tagen vergeht ein großer Teil der Planetenbeobachtung mit Warten. Oft ist das Seeing nur für Momente ausreichend gut, um bestimmte Details zu erkennen. Immerhin steigt die Zahl der Erfolgserlebnisse, je länger sich das Auge an die Umstände gewöhnt hat. >



Marsopposition auf einen Blick Die Globen sind nicht gespiegelt, die südliche Hemisphäre zeigt auf uns zu, der Planet rotiert nach rechts.

> Zu den wichtigsten Hilfsmitteln gehören verschiedene Filter, wobei rote und orangefarbene Filter für die Marsbeobachtung besonders gut geeignet sind. Sie verbessern nicht nur das Seeing, sie verstärken auch die Kontraste und lassen Details besser hervortreten. Im blauen Bereich des sichtbaren Lichts erscheinen hingegen viele Oberflächenmerkmale blasser.

Herausforderung für Fotofans

Durch einen Violettfilter, zum Beispiel Wratten 47, bleiben sie meist gänzlich unsichtbar. Dafür lassen sich mit solchen Blaufiltern Wolken besonders gut erkennen. Als Grundausstattung empfiehlt sich somit eine Filtersammlung aus Rot oder Orange (Wratten 25 oder 23A), grün (W58), blau (W38A oder W80A) und vielleicht violett (W47). Die W25- und W47-Filter sind sehr dunkel und eignen sich nur für Teleskope mit großer Öffnung oder zum Fotografieren. Denn mit einer der kleinen, leichten und preisgünstigen Webcams, einem Laptop und frei im Internet erhältlicher Software kann ein Amateur bereits das Niveau erreichen, das noch vor einer Generation die Profis in Staunen versetzt hätte (siehe »Astrofotografie ohne astronomische Kosten«, AH März 2005, S. 68). Eine komplette Ausrüstung inklusive Kamera, Infrarotfilter und allen Verbindungen ist heute nicht teurer als ein gutes Okular.

Wer zunächst ohne Kamera arbeiten möchte, beginnt mit einem Kreis auf weißem Papier, dessen Durchmesser gemäß der Association of Lunar and Planetary Observers (ALPO) 42 Millimeter betragen soll. Dann wird dem Bild oben auf der Seite die erwartete Phase entnommen und eingezeichnet. Beobachtete Strukturen sollten zunächst mit einem weichen Bleistift grob, aber räumlich möglichst genau skizziert werden – natürlich mit der Angabe von Datum und Uhrzeit. Auch Standort, Teleskopmodell, Vergrößerungen, Farbfilter und Seeing dürfen nicht fehlen. Erst dann geht es an die Feinzeichnung – etwa, indem man zu scharf gezogene Linien mit dem Finger verwischt. Oder dunkle Flächen mit dem Radiergummi aufhellt. Besonders helle Flecken kann man mit gestricheltem Umriss kennzeichnen. Zu guter Letzt wird die Zeichnung gescannt, um sie den Gleichgesinnten in aller Welt zur Verfügung zu stellen (zum Beispiel: www.lpl.arizona.edu/~rhill/alpo/mars.html oder elvis.rowan.edu/marswatch).

Auf der kleinen und funkelnden Scheibe einen winzigen Fleck zu entdecken ist das eine. Das andere ist, ihn auch >

Auf Französisch-Polynesien entstand dieses Bild. Dazu benutzte Teïva Leroi ein Celeston-14-Zoll-Schmidt-Cassegrain sowie eine Philips ToUcam Pro (f/23) und kombinierte 2000 Einzelaufnahmen.

4. September 2003, 09.34 UT (Zentralmeridian = 47 Grad)

„Die Wissenschaft ist nur eine Verfeinerung des Denkens des Alltags“ *(Albert Einstein)*

Das **Physik & Technik-Paket** von wissenschaft-online bietet:

➤ spektrumdirekt – die Wissenschaftszeitung im Internet.

➤ die Online-Lexika Physik und Optik von Elsevier/Spektrum Akademischer Verlag (und damit Zugriff auf mehr als 20.000 Stichwörter, 40.000 Verweise und 4.000 Abbildungen).

➤ die Langenscheidt Online-Fachwörterbücher (engl./dt. – dt./engl.) Physik* und Technik mit über 600.000 Stichwörtern – schnell und weltweit abrufbar.

➤ kostet € 15,– für 3 Monate und im Anschluss € 99,– bzw. ermäßigt € 75,– im Jahr.

➤ als Dankeschön erhalten Sie das Spektrum der Wissenschaft Spezial 4/04: **Forschung und Technik in der Renaissance.**

* beim Fachwörterbuch der Physik ist leider bis auf weiteres nur die Version dt./engl. verfügbar.

Das Physik & Technik-Paket von wissenschaft-online
www.wissenschaft-online.de/physikpaket

wissenschaft-online
Physik & Technik-Paket
Miniabo & Geschenk
für € 15,–

Bequem abonnieren:

➤ **direkt bei:**
www.wissenschaft-online.de/physikpaket

➤ **per E-Mail:**
aboservice@wissenschaft-online.de

➤ **per Fax:** 06221/9126-869

➤ **per Post:** Wissenschaft Online GmbH Aboservice
Postfach 105980
69049 Heidelberg

Infos zu 3- und 5-Platz-Lizenzen:
www.wissenschaft-online.de/physikpaket

wissenschaft-online

Welche Marsseite?

Um beobachtete Strukturen mit Hilfe der Abbildung auf den Seiten 38 und 39 zu identifizieren, muss man wissen, welche Marsseite uns zugewandt ist. Es gilt also, den Längengrad des Zentralmeridians (ZM) zu bestimmen – jene imaginäre Linie, die von Pol zu Pol durch das Zentrum der Scheibe läuft. In der Tabelle finden sich für jeden Tag bis Ende Januar 2006 die Längengrade des Zentralmeridians für jeweils 0.00 Uhr Weltzeit (UT).

Um die Position zu einer anderen Zeit zu bestimmen, muss zu dem angegebenen Wert für jede Stunde 14,62 Grad und für jede Minute 0,244 Grad hinzuaddiert werden. Bei Ergebnissen größer 360 Grad muss man 360 Grad abziehen. Die Genauigkeit beträgt ungefähr 1 Grad. Da die Weltzeit (UT) der Greenwich Mean Time entspricht, gilt es während der Mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ), zwei Stunden von unserer Zeit abzuziehen. Danach ist es nur eine Stunde.

Beispiel: Am 18. Oktober um 23.25 Uhr MESZ, also 21.25 Uhr UT, befindet sich der Zentralmeridian auf einer Länge von 280 Grad. Aus dem Bild der Seiten 38/39 wird dann klar, dass Syrtis Maior zu diesem Zeitpunkt optimal im Blickfeld liegt.

Einfacher geht die Berechnung übrigens im Internet unter: www.skyandtelescope.com. Dort folgen Sie dem Menü:

Observing > Celestial Objects > Planets > »Mars: Which Side is Visible?«

Von einer Beobachtungsnacht zur anderen wird sich am Bild des Mars übrigens wenig ändern. Denn sein Tag ist nur ungefähr 40 Minuten länger als unserer.

Längengrad des Zentralmeridians um 0.00 Uhr UT

Tag	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar
1	336°	40°	121°	204°	298°	12°
2	327°	30°	111°	195°	289°	3°
3	317°	22°	102°	186°	280°	354°
4	307°	11°	93°	177°	271°	344°
5	298°	2°	84°	168°	262°	335°
6	288°	352°	75°	160°	253°	325°
7	278°	343°	66°	151°	243°	316°
8	269°	334°	57°	142°	234°	307°
9	259°	324°	48°	133°	225°	297°
10	249°	315°	39°	124°	216°	288°
11	240°	306°	30°	116°	207°	278°
12	230°	296°	21°	107°	198°	269°
13	221°	287°	12°	98°	189°	259°
14	211°	277°	3°	89°	179°	250°
15	201°	268°	354°	80°	170°	240°
16	192°	259°	345°	71°	161°	231°
17	182°	250°	336°	63°	152°	221°
18	173°	240°	327°	54°	143°	212°
19	163°	231°	318°	45°	133°	203°
20	154°	222°	310°	36°	124°	193°
21	144°	212°	301°	27°	115°	184°
22	135°	203°	292°	18°	106°	174°
23	125°	194°	283°	9°	96°	165°
24	116°	185°	274°	0°	87°	155°
25	106°	176°	265°	352°	78°	145°
26	96°	166°	256°	343°	68°	136°
27	87°	157°	248°	334°	59°	126°
28	77°	148°	239°	325°	50°	117°
29	68°	139°	230°	316°	40°	107°
30	59°	130°	221°	307°	31°	98°
31	49°		212°		22°	88°

S&T / AH

> eindeutig zu identifizieren. Auf Seite 38/39 sind die Oberflächenmerkmale unseres Nachbarn auf das Planetenscheibchen projiziert und helfen dabei, die eigenen Beobachtungen zu benennen. Der Kasten auf dieser Seite dient der Bestimmung des Zentralmeridians, der seinerseits anzeigt, welche Marsseite wir gerade sehen.

Schon Giovanni Virginio Schiaparelli (1835–1910), Eugène Michael Antoniadi (1870–1944) und andere Pioniere der Marsforschung haben dem Roten Planeten unzählige Details entlockt. Doch was sie mariae und terrae nannten, sind in Wahrheit keine Meere und Kontinente, sondern das Ergebnis der unterschiedlichen Albedos – Reflexionseigenschaften – von Bergen und Tälern, Felsen und Sanden.

Wechselhaftes Aussehen

Weil der Staub ständig vom Wind umgelagert wird, kommt es vielerorts zudem zu saisonal oder längerfristig sichtbaren Veränderungen – etwa in den Regionen Syrtis Maior, Solis Lacus, Trivium-Elysium, Sinus Sabaeus und Sinus Meridiani. Die auffällige dunkle Syrtis Maior hat sich beispielsweise seit den 1950er Jahren dramatisch vergrößert. Obendrein erscheint sie im Südwinter am breitesten, im Sommer hingegen am schmalsten.

Auch das berühmte »Auge des Mars« (Solis Lacus) ist bekannt für seine Wechselhaftigkeit. Genauso wie die dunkle Gegend von Trivium-Cerberus am südlichen Ende von Elysium: Sie war einst rund 1300 mal 400 Kilometer groß, bis sie in den 1990er Jahren ganz und gar verschwand.

Auch die beiden Polkappen unterscheiden sich in ihrer Helligkeit. Während am Südpol gefrorenes Kohlendio-

Vom Filter hängt es ab, wie gut man durch die Atmosphäre auf die Marsoberfläche schauen kann. Im roten Licht gelingt dies am besten, während durch einen Blaufilter Wolken und Dunstschichten erkennbar sind. Diese Bilder entstanden mit einem 15-Zoll-Reflektor zu einer Zeit, als der Mars nur sechs Bogensekunden groß erschien. In diesem Jahr wird er mehr als die dreifache Größe erreichen.

DONALD C. PARKER

xid und Wassereis das Sonnenlicht reflektieren, zeugt das Weiß des Nordpols vornehmlich von winterlichen Wolken. Der Grad der Bewölkung scheint übrigens allgemein mit zunehmender Sublimation des Nordpoleises zuzunehmen.

Stellenweise Nebel

Auch wenn die Marssektion der ALPO herausgefunden hat, dass Wolken und bodennaher Nebel häufiger sind, wenn auf der Südhalbkugel herbstliche und winterliche Temperaturen herrschen, lohnt es sich, Ausschau nach Staubstürmen, gefrorenen Oberflächen und dem bläulichen Dunst am morgendlichen und abendlichen Terminator zu halten. (Wer an den Wolkenstudien der ALPO teilnehmen möchte, muss unbedingt einen Blaufilter verwenden.)

Zumindest einzelne Wolken finden sich immer wieder, zum Beispiel um Libya, Chryse und Hellas. Die so genannte Blaue Wolke von Syrtis Maior, die sich auch um das Libya-Becken zieht, ist am besten zu sehen, wenn diese Gegend am Rand des Planetenscheibchens liegt. Wenn man die Wolke mit einem Gelbfilter betrachtet, erscheint die Syrtis Maior manchmal in kräftigem Grün.

Auch entlang der Gebirgszüge steigt immer wieder Feuchtigkeit auf und kondensiert – genauso wie auf der Erde auch. Über den Gipfeln von Olympus Mons und anderer Vulkane des Tharsis-Plateaus etwa entstehen auf diese Weise regelmäßig die berühmten w-förmigen Wolken. Wer Glück hat, erspäht auch welche in der Elysium-Ebene. Morgendliche Wolken erscheinen auf der östlichen Seite des Planeten als helle isolierte Flecken über gefrorenem Untergrund und bodennahem Nebel, der meist bis Mittag verschwunden ist, während der Frost den ganzen Tag über dauern kann. Gegen Abend – also auf der gegenüberliegenden Seite der Marsscheibe – treten erneut Wolken auf. Sie sind in der Regel häufiger und größer als ihre morgendlichen Pendants.

Weite, diffuse Dunststreifen sind hingegen typische Merkmale der äquatorialen Breiten (siehe Bild oben). Allerdings sind die zarten Gebilde von der Erde aus nur schlecht sichtbar, insbesondere von den Bildern der Marssonden weiß man aber, dass sie verbreiteter sind als erwartet. Manche davon dürften auch für das Phänomen der Randaufhellungen verantwortlich sein – helle Streifen, die an >

So wird der Mars zu sehen sein

Oktober:
Durchmesser 18 bis 20 Bogensekunden. Am 29. Oktober kommt Mars der Erde am nächsten. Dann ist er 0,4641 Astronomische Einheiten entfernt, das entspricht 69,42 Millionen Kilometer. Die Sturmgefahr erreicht ein zweites Maximum dieser Saison und könnte die Beobachtungen ebenso zunichte machen wie die in 2001.

November:
Durchmesser 20 bis 17 Bogensekunden. Oppositionsstellung in der Nacht vom 7. auf den 8. November. Auf der nördlichen Hemisphäre ist Winter und die Polkappe entsprechend groß ausgebildet. Angesichts der sommerlichen Temperaturen könnte die südliche Polarkappe hingegen schon weit gehend geschwunden und unsichtbar sein. Die Hellas-Ebene dürfte hell erscheinen.

Dezember und Januar:
Der Durchmesser verringert sich von 17 Bogensekunden am 1. Dezember auf 12 Bogensekunden am 1. Januar und auf 9 Bogensekunden am 1. Februar. Die nördliche Polkappe wird deutlich sichtbar sein, auch dürften einzelne Wolken entstehen. Syrtis Maior breitet sich Richtung Osten aus. Am 21. Januar ist auf der Südhalbkugel Herbstanfang. Dann beginnt die Wolkenschicht am Nordpol auszudünnen und die weiße Polkappe könnte zum Vorschein kommen.

>> Jeffrey D. Beish, ALPO

ANTONIO CIDADAO

FABIO ACQUARONE, LORENZO COMOLLI

Die Wolke im Zentrum des linken Bilds markiert einen Berg im Elysium. Das rechte Bild besteht aus 2200 Aufnahmen und entstand im letzten Jahr mit einem Zwölf-Zoll-Tri-Schiefspiegler (f/28) und einer ToUcam Pro.

> der westlichen und östlichen Seite des Planeten von Staub und Eispartikeln in den hohen Schichten der Marsatmosphäre zeugen.

Staubstürme gibt es zwar das ganze Jahr über, sie sind aber während des Südsommers besonders häufig. Wo sie sich bevorzugt bilden und welchen Weg sie nehmen, sind wichtige Fragen im Zusammenhang mit zukünftigen Marsmissionen. Sie geben sich typischerweise durch einen hellen Fleck zu erkennen, der sich bewegt und auf seinem Weg zuvor deutlich sichtbare dunkle Strukturen verschleiert.

Wer übrigens bei der Wolkenerkundung einen Blaufilter verwendet und deshalb nicht damit rechnet, auch etwas von der Marsoberfläche zu sehen, wird womöglich eine Überraschung erleben. Denn aus weit gehend unbekannten Gründen kommt es ab und an zu dem so genannten Blue Clearing. Dann sind auch im blauen und violetten Licht mehrere Tage lang deutlich die Vulkane, Gebirge und Schluchten des Mars zu erkennen. Das seltsame Phänomen ist auf eine Hemisphäre beschränkt und mal mehr, mal weniger deutlich. Um das Blue Clearing aufs Bild zu bannen, muss ein tiefvioletter Filter verwendet (Wratten 47) werden. In letzter Zeit wurden Forscher verstärkt darauf aufmerksam. Wer ein großes Teleskop besitzt, sollte also unbedingt darauf achten. <<

Alan MacRobert ist Redakteur bei Sky & Telescope, er beobachtet Mars mit seinem 12½-Zoll-f/6-Newton-Reflektor. **Dan Troiani** koordiniert die Marssektion der ALPO und beschäftigt sich schon seit vielen Jahren mit unserem Nachbarplaneten.

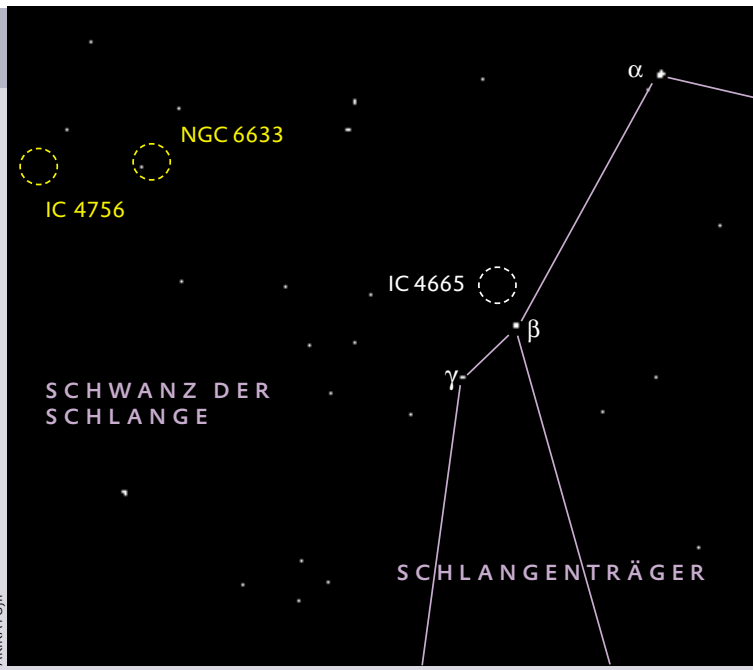
Drei Sternhaufen im Schlangenträger

Viele Feldstecherfans unterliegen dem Irrtum, die 110 Deep-Sky-Objekte umfassende Messier-Liste aus der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts beinhalte die besten und hellsten Schätze, die der Himmel zu bieten habe. Dem ist aber beileibe nicht so, es gibt eine ganze Reihe von fantastischen Beobachtungszielen ohne »M-Nummer«.

Unweit der östlichen Schulter des Schlangenträgers (»Ophiuchus«) liegen drei solcher Objekte, die der französische Astronom Charles Messier links liegen ließ: die offenen Sternhaufen IC 4756, NGC 6633 und IC 4665. Letzterer liegt nur ein Grad nordöstlich des 3.-Größe-Sterns Beta Ophiuchi (β Oph) und war bereits Feldstechertipp in der AH-Ausgabe Juli/August 2003.

Alle drei sind so hell, dass Messier sie mit seinen Instrumenten problemlos gesehen haben sollte, aber vielleicht hat er – wie viele Sterngucker heutzutage – sich mehr auf die nahe gelegenen, objektreichen Gefilde entlang der Milchstraße in den Sternbildern Adler und Schütze konzentriert. Zu Unrecht, finde ich.

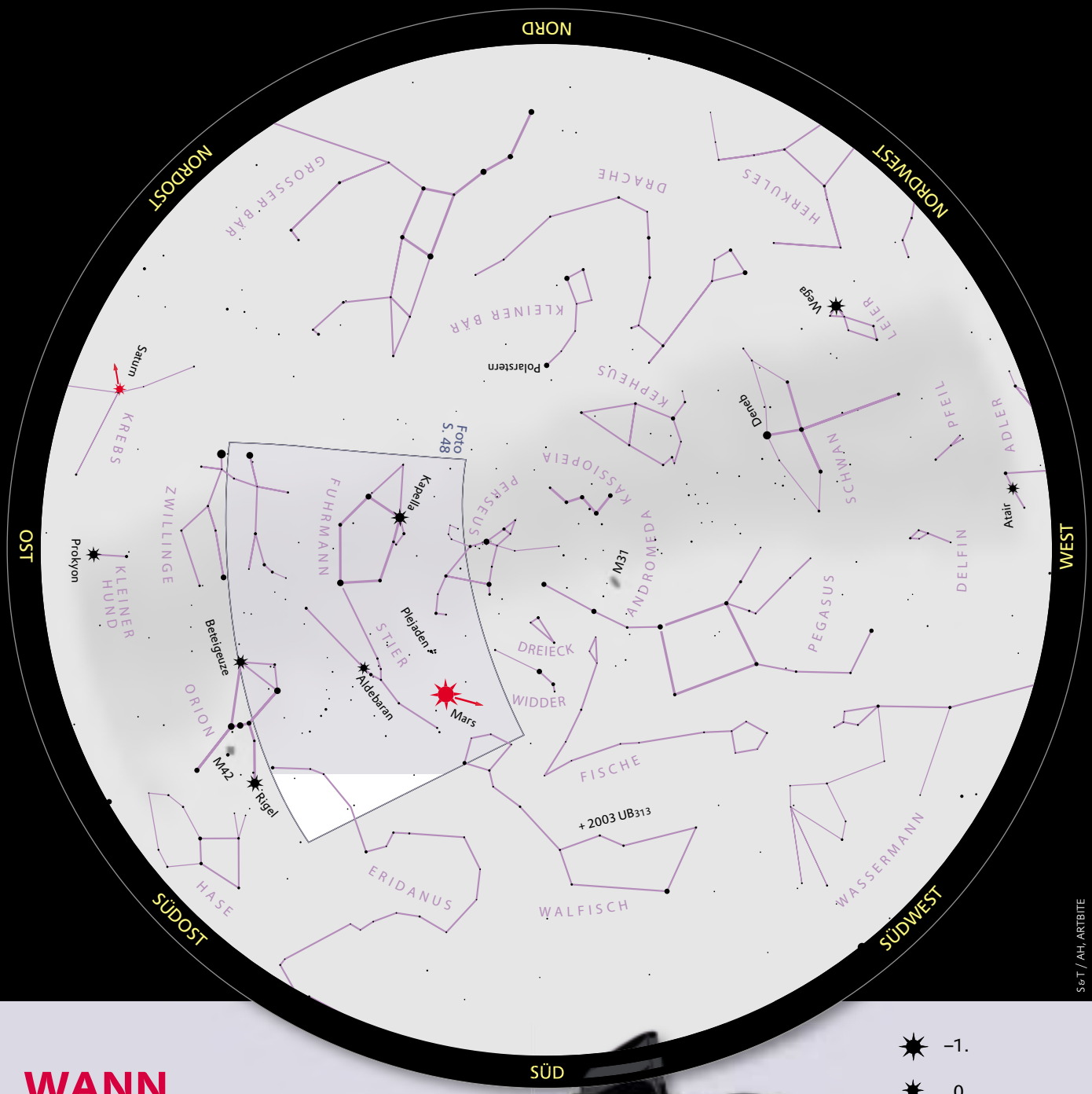
Mein Favorit unter den dreien ist NGC 6633. Er ist zwar der Unauffälligste, aber in meinen Augen der Hübscheste und Lohnendste dieser Haufen. Auf Spezialkarten ist er eventuell unter den Namen Collinder 380 (Cr 380) oder Melotte 201 (Mel 201) verzeichnet. Sie finden ihn, wenn Sie Ihr Fernglas von Beta Ophiuchi aus gut zehn Grad nach Osten und einen Tick nach Norden schwenken. Dort sollten mit einem 10×-Feldstecher einige Sternpaare sichtbar sein. Ihre Anordnung erinnert an eine Leiter, deren Holme in leichtem Zickzack von Nordosten nach Südwesten verlaufen. Alle Sterne des Haufens kommen zusammen auf eine scheinbare Helligkeit von 4,6ter Größe. Unter einem dunklen, klaren Himmel sehen Sie NGC 6633 also schon mit dem bloßen Auge. **>> Gary Seronik**



AKIRA FUJII

Westlich der Cygnusspalte (außerhalb des linken Bildrands) zieht sich ein Nebenarm der Milchstraße nach Südwesten zu Gamma (γ) und Beta Ophiuchi (β Oph).

STERNTAFEL



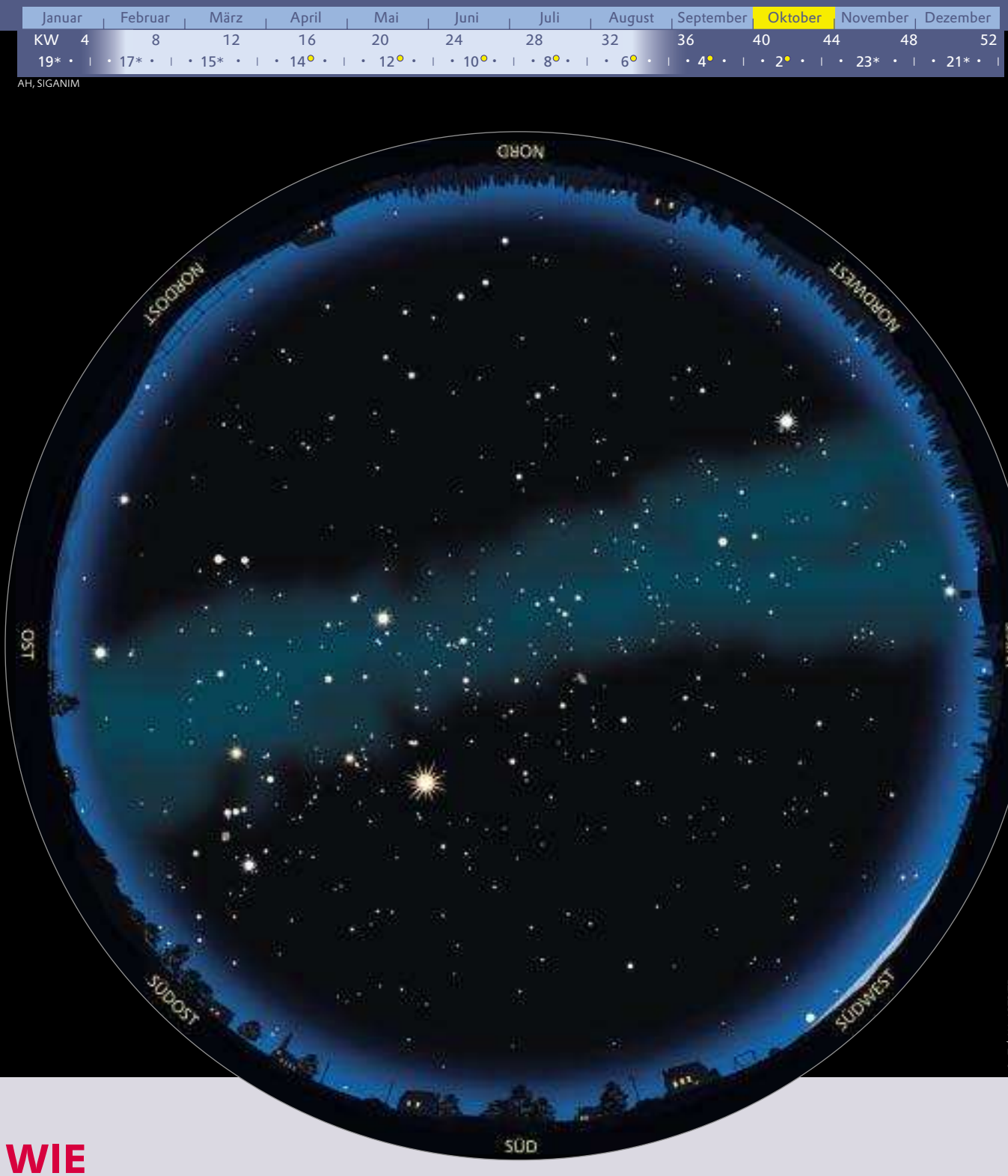
WANN

Der Zeitleiste (oben rechts) können Sie die Gültigkeit der Sternkarten entnehmen. Wählen Sie das Datum anhand des Monats oder der Kalenderwoche (KW) und lesen Sie direkt darunter die zugehörige Uhrzeit ab. Beispiele:

September, zweite Hälfte: **3 Uhr**°
Oktober, zweite Hälfte: **1 Uhr**°
November, zweite Hälfte: **22 Uhr***

*Mitteleuropäische Zeit (MEZ, UT+1)
°Sommerzeit (MESZ, UT+2)

–1.
0.
1.
2.
3.
4.
5. Größenklasse



WIE

Auf den Sternkarten sehen Sie den Himmel so, wie er sich Ihnen zu den ganz oben angegebenen Zeiten präsentiert. Die Schwarz-Weiß-Karte (links) verzeichnet die wichtigsten Sternbilder und Namen der hellen Sterne. Die Nachthimmelkarte (oben) entspricht dann dem, was Sie unter freiem Himmel sehen.

Zur Orientierung halten Sie die Karten vor sich, und zwar so, dass der Rand mit der Himmelsrichtung, in die Sie schauen, zum Boden zeigt. Die Sterne am Rand der Karte stehen dann direkt über dem Horizont. Der im Zentrum der Karte dargestellte Himmelsausschnitt befindet sich genau über Ihnen – im Zenit.

Beispiel: Mars (siehe S. 38) steht als hellstes Pünktchen am Nachthimmel hoch im Südosten. Das »Herbstviereck« des Pegasus dagegen steht hoch im Südwesten. Zwischen Nordwesten und Westen geht das »Sommerdreieck« aus Wega, Atair und Deneb gerade unter. Von hier aus erstreckt sich die Milchstraße über den Zenit bis zu den Wintersternen, die über dem Osthorizont aufgehen.

Die Karten sind für fünfzig Grad nördliche Breite berechnet, das entspricht in etwa der Linie Luxemburg – Frankfurt am Main – Prag. Beobachter in Süddeutschland, Österreich und der Schweiz sehen die Sterne im Süden etwas höher über dem Horizont und die im Norden etwas niedriger. In Norddeutschland ist es genau umgekehrt.

S&T / AH

Wintersterne – ihrer Zeit voraus

Diesen Monat schwingen sich die zwei Sterne Kapella und Fomalhaut fast gleichzeitig hoch in den Himmel hinauf. Allerdings folgen sie sehr unterschiedlichen Bahnen. **>> Fred Schaaf**

Bei klarer Nacht können Sie an den Oktoberabenden zwei helle Sterne aufgehen sehen. Diese Situation ist in der Übersichtskarte im Juli/August-Heft S. 46 festgehalten. Der erste Stern, im Fuhrmann (»Auriga«) gelegen, ist Kapella (Alpha Aurigae, α Aur). Er liegt bei einer Deklination von plus 46 Grad und geht dementsprechend in Mitteleuropa nie unter, sondern schrammt höchstens am Nordhorizont entlang. Die andere Sonne befindet sich bei fast minus 30 Grad im Südlichen Fisch (»Piscis Austrinus«) und trägt den arabischen Namen Fomalhaut (Alpha Piscis Austrinus, α PsA), zu Deutsch: Maul des Fischs.

Beide steigen fast gleichzeitig in die höheren Regionen unseres Nachthimmels auf. Das Interessante daran: Fomalhaut – im Südosten – gehört zu den Herbststernen und Kapella – im Nordosten – zu den Wintersternen.

Wenn Sie eine Karte aus einem Atlas betrachten, wird dort der Himmel eben abgebildet. Die Rektaszension ist, bezogen auf den Himmel, das Pendant zum Längengrad auf der Erde, die Deklination dagegen entspricht der geografischen Breite. Fomalhaut finden Sie in der Rektaszension wesentlich weiter im Westen. Dieser Versatz nach Westen erklärt den Unterschied in der Jahreszeit.

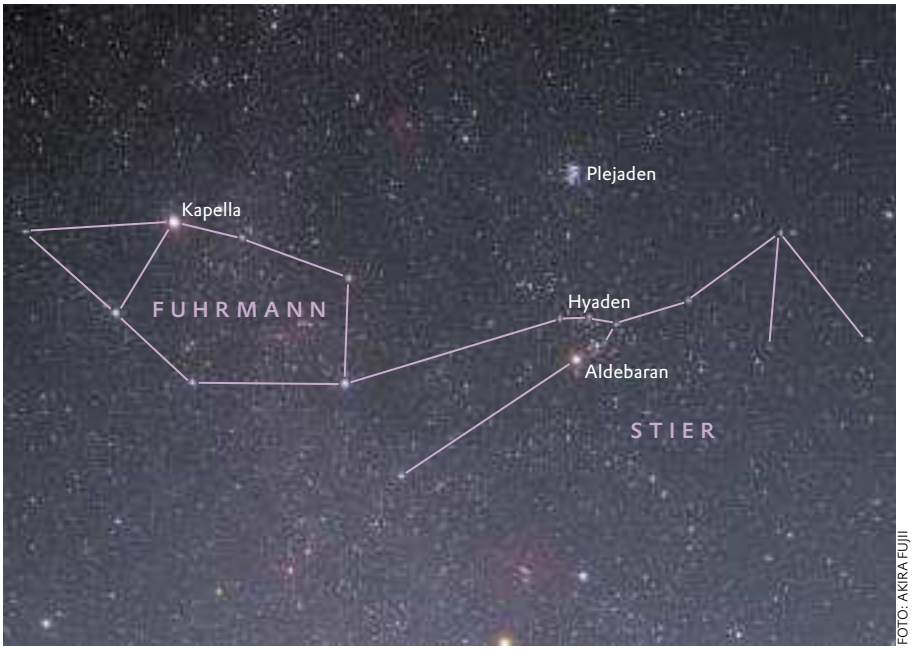


FOTO: AKIRA FUJII

Allerdings liegt Kapella wesentlich näher am Polarstern (AH September 2005, S. 30), Astronomen sagen kurz: im Norden. Kapella ist sogar der nördlichste unter den sehr hellen Sternen, der einzige zirkumpolare, er geht also nie unter. So beschreibt er am Himmel einen sehr großen Bogen fast genau über den Zenit hinweg, bevor er wieder zum Horizont hinabtaucht. Er ist deshalb auch von Anfang Herbst bis weit in den Frühling hinein sichtbar.

Fomalhaut ist für Beobachter in unseren Breiten der südlichste unter den hellen Sternen. Er steht die meiste Zeit unterhalb des Horizonts und durchläuft nur einen kurzen Bogen am Südhorizont – siehe Übersichtskarte im Septemberheft –, wenn er an Herbstabenden sichtbar ist. Bis zum Winter verschwindet er schon wieder.

Er ist der einzige 1.-Größe-Stern in den traditionellen Herbstkonstellationen und auch der einzige auffällige im Südlichen Fisch. 25 Jahre braucht sein Licht bis zur Erde. Fomalhaut hat somit den gleichen Abstand wie die bekannte helle Wega (Alpha Lyrae, α Lyr). Diese befindet sich zu den Zeiten der Übersichtskarte (S. 46) schon recht tief im Nordwesten.

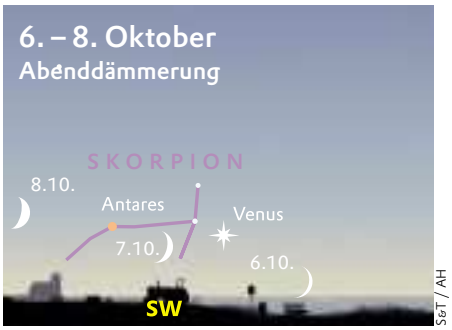
Den Stier bei den Hörnern packt der Fuhrmann. Sein Stern Kapella steht bei uns jede Nacht am Himmel. Aldebaran dagegen zeigt sich nur im Winterhalbjahr.

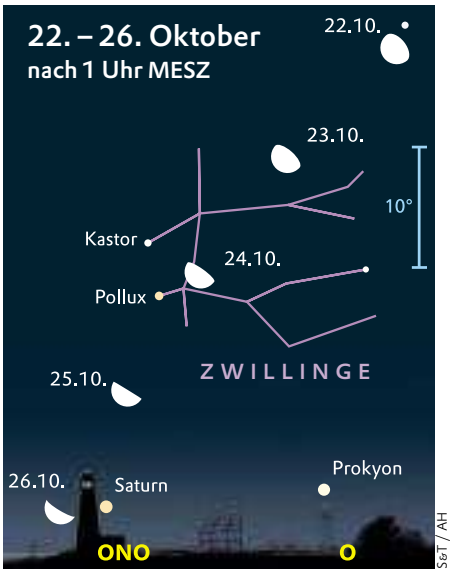
Venus ist so hell, dass Sie sie leicht in der Dämmerung erkennen können, auch wenn sie schon tief im Südwesten steht (Grafik gleich rechts). Sie steigt während des Monats noch ein bisschen höher und Sie können mit einem Teleskop beobachten, wie ihr Scheibchen von der Sonne ziemlich genau zur Hälfte angestrahlt wird.

Merkur ist nur Ende Oktober sichtbar und selbst dann müssen Sie im Westsüdwesten sehr dicht über dem Horizont nach ihm Ausschau halten, etwa eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang. Feldstecher erleichtern Ihnen im hellen Licht der Dämmerung die Suche ein wenig. Merkur befindet sich weit rechts unterhalb von Venus. Lassen Sie sich jedoch nicht von Antares verwirren, der an diesem Abend zwischen den beiden steht.

Mars steigt Anfang Oktober gegen 21 Uhr Sommerzeit über den Horizont. Ende des Monats geht er bereits gegen Einbruch der Dunkelheit auf. Er wird allmählich größer, bis er der Erde am 29. Oktober am nächsten kommt. Sein Abstand verkürzt sich dabei von etwa achtzig auf siebzig Millionen Kilometer, so gering wie er bis 2018 nicht mehr sein wird (S. 38). Allerdings steht Mars dann lange nicht so nahe bei uns wie 2003, dafür fast doppelt so hoch über dem Horizont. Die geringeren atmosphärischen Störungen ermöglichen schärfere Teleskopbilder. Seine scheinbare Helligkeit erreicht dann stattliche –2,3te Größe, das rote Planetenscheibchen schwillt auf einen Durchmesser von zwanzig Bogensekunden an.

Sie verpassen keinen Spielfilm auf der Jagd nach Venus und Saturn. Denn Erstere (unten) ist um 20.15 Uhr schon untergegangen und der Ringplanet gibt sich erst nach dem Mitternachts-Special die Ehre (rechts).





Saturn – mitten im Krebs (»Cancer«, Cnc) – geht am Anfang des Monats gegen 2 Uhr auf (oben rechts). Den schönsten Anblick durch ein Teleskop bietet er uns zu Beginn der Morgendämmerung, wenn er hoch im Südosten steht.

Der Mond besucht mit zunehmender Sichel die Venus in der Morgendämmerung des 6. Oktober und Antares in der folgenden Nacht (Grafik oben links). Am 18. Oktober gehen Mars und der abnehmende Mond nebeneinander auf. In der nächsten Nacht ist der Erdtrabant bereits bei den Plejaden. An Pollux in den Zwillingen zieht er in der Nacht vom 23. auf den 24. vorbei (Grafik oben rechts). Am 25. und 26. ist er am Morgenhimmel nahe bei Saturn und am 27. vor der Dämmerung bei Regulus im Löwen.

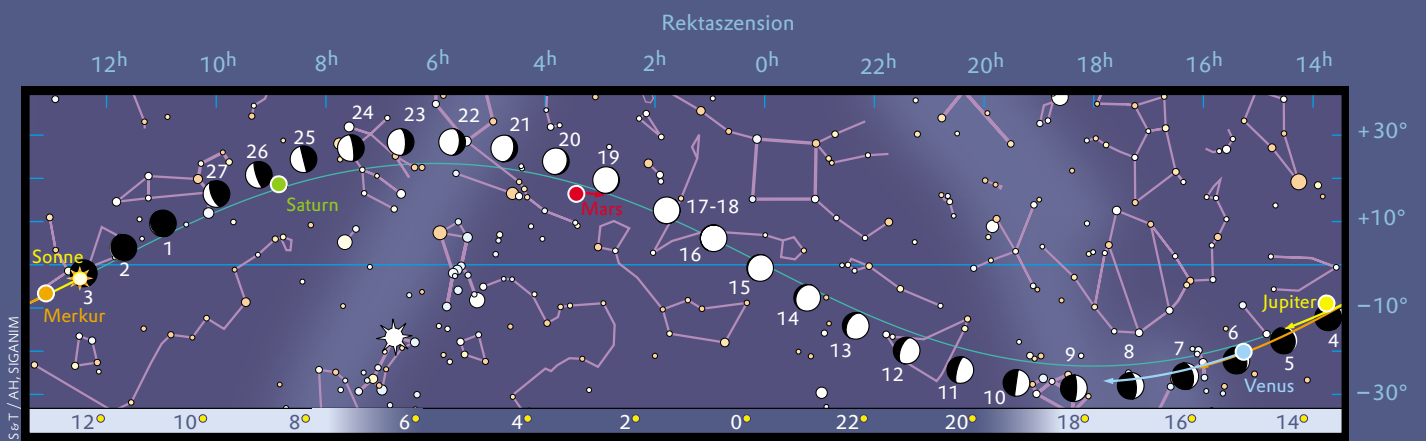
Am 17. Oktober gibt es eine Halbschattenmondfinsternis, leider haben wir Europäer überhaupt nichts davon, sie findet nämlich unseren Uhren nach um die Mittagszeit statt. Australier müsste man sein!

Oder doch nicht – denn dort ist von der Feiertagssonnenfinsternis am 3. Oktober nichts zu sehen (S. 50). Der Streifen, in dem man die ringförmige Phase sehen kann, ist nicht sehr breit und verläuft von der Iberischen Halbinsel quer durch Afrika bis hin nach Kenia und Somalia. Für Deutschland, Österreich und die Schweiz ergibt das eine partielle Finsternis, bei der bis zu sechzig Prozent der Sonnenscheibe verdunkelt werden. <<

Fred Schaaf ist betrübt wegen der Mehrarbeit – muss er für seine monatliche Rubrik doch jetzt einen Planeten mehr berücksichtigen!

Das Monatspanorama zeigt Phasen und Positionen des Monds vom 1. bis zum 27. Oktober. Die Pfeile kennzeichnen die Bewegungen von Sonne und Planeten vor den Fixsternen von Monatsanfang bis -ende. Die untere Leiste gibt die ungefähre Ortszeit an, wann der darüberliegende Bereich zur Monatsmitte im Süden steht.

Der Mond und die Planeten im Oktober 2005



Der Mond ist zum besseren Erkennen der Mondphasen auf allen Karten in Übergröße dargestellt.

3.10. Sofi über Europa

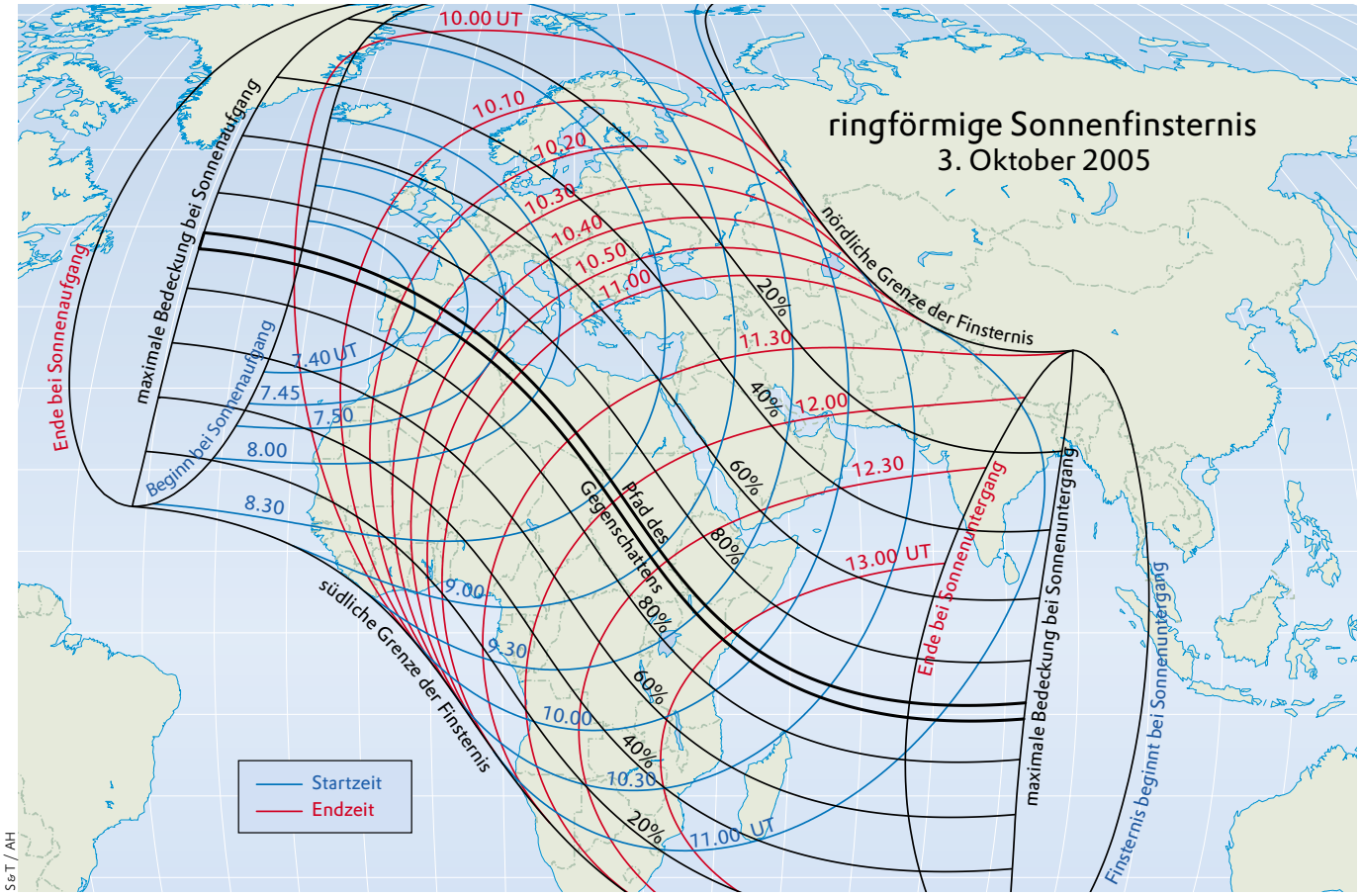
Sechs Monate nach der Hybridfinsternis über dem Pazifik (AH April 2005, S. 32) kommt jetzt die andere Seite der Erde dran – wir! Am Tag der deutschen Einheit zieht vormittags eine ringförmige Sonnenfinsternis (siehe Einsteigerecke S. 66) über Spanien und Afrika. Im restlichen Europa kann das Ereignis als partielle Finsternis bestaunt werden. Die obige Leiste zeigt die Uhrzeit der maximalen Bedeckung für einige Städte.

Das Dunkel naht zur Uhrzeit an derjenigen blauen Linie, die Ihrem Standort am nächsten ist. Für mitteleuropäische Sommerzeit addieren Sie zwei Stunden zur Angabe in UT.

Der Schatten des Monds – genau genommen: Sein Gegenschatten (Anti-Umbra), in dessen Bereich die Sonne ringförmig verdunkelt ist – berührt die Erdkugel erstmals früh morgens im Nordatlantik. Kurz nach 9.30 Uhr mitteleuropäischer Sommerzeit schießt das dunkle Oval über den Norden Portugals und Spanien hinweg, dann südlich der Balearen durch das Mittelmeer nach Algerien und das Landesinnere von Tunesien. Weiter geht's über den Schwarzen Kontinent nach Libyen und Ostafrika und schließlich auf den Indischen Ozean hinaus, wo der Mondschatten die Erdkugel bei Sonnenuntergang wieder verlässt.

Anders als am 8. April, wo von der Sonne nur ein hauchdünner Ring zu sehen war, deckt der Mond diesmal bloß 96 Prozent ihrer Scheibe ab. Das liegt daran, dass sich unser Trabant gerade im Apogäum befindet, im erdfernsten Punkt seiner elliptischen Bahn. Dadurch dauert die annulare Phase – also die ringförmige Sonnenbedeckung – recht lange: Im Zentralsudan, wo die beiden Gestirne im Zenit stehen, sind es ganze viereinhalb Minuten.

Wie immer ist bei der Beobachtung der Sonne – gleich ob Finsternis, Merkur- oder Venustransit oder generell – äußerste Vorsicht geboten. Es besteht Erblindungsgefahr! Verwenden Sie nur ausgewiesene und neuwertige Finsternisbrillen, beziehungsweise Filter für Feldstecher oder Fernrohre! >> Alan MacRobert



Naturerlebnis Sonnenfinsternis

Leserreise für ASTRONOMIE HEUTE zur Sonnenfinsternis 2006 in die ägyptische Wüste

Die **totale Sonnenfinsternis** am **29. März 2006** bietet nach über fünf Jahren wieder einmal eine hervorragende Möglichkeit für Astronomen und andere Interessierte aus Mitteleuropa, diesem seltenen Naturereignis nächst möglich beizuwohnen.

Die Sonnenfinsternis beginnt bei Sonnenaufgang an der Küste Brasiliens und ist nach Überquerung des Atlantiks und dem Erreichen des afrikanischen Kontinents an der Grenze zwischen der Elfenbeinküste und Ghana zu „sehen". Die Zentralzone zieht sich dann durch Togo, Benin und Nigeria. **Das Maximum der Eklipse wird anschließend im Bereich der ägyptisch-libyschen Grenze** erreicht. An der Grenze zwischen Libyen und Ägypten verlässt der Mondschatten Afrika, um dann, nach Überqueren des Mittelmeeres, die Türkei zu erreichen. Die Finsternis endet bei Sonnenuntergang in der russischen Steppe.

Wir nehmen dieses immer wieder **phantastische** und **erlebnisreiche Naturereignis** zum Anlass, für **ASTRONOMIE HEUTE** eine 8-tägige Leserreise über **Kairo** nach **Alexandria** und anschließend in die **ägyptische Wüste** durchzuführen. **Höhepunkt** dabei sicherlich das **Erleben** der **Sonnenfinsternis** in **traumhafter Wüstenlandschaft** in der Nähe der **Oase Saloum**. Hier wird gegen Mittag des dritten Reisetages die Erde für knapp 4 Minuten von dem sich vor die Sonne schiebenden Mond stark verdunkelt, ein **optimaler Beobachtungsort**, der nur ganz wenig des maximal Möglichen missen lassen wird. In den darauffolgenden Tagen – teilweise – per Jeep **über Pisten und Asphaltstrassen durch die „weiße" Wüste mit den herrlichsten** Oasen Oberägyptens. Eine Tour, die sich bestens eignet für ein erstes „Hineinschnuppern" in die großartigen nordafrikanischen Wüstenszenarien. Geleitet wird diese Reise von einem ausgewiesenen Fachmann, Herrn Dr. Hans Zekl (Kurzvorstellung s.u).

8-Tage-Tour

Mo., 27.03.06
Hinflug – Kairo – Alexandria _____**A**
Vormittags Linienflug mit LUFTHANSA von verschiedenen Flughäfen über Frankfurt nach Kairo. Fahrt nach Alexandria, unterwegs auf der **Wüstenstraße** ein Abstecher in das **Wadi Natrun** und Besichtigung eines der koptischen Klöster in der **Libyschen Wüste**, von über 10 m hohen Mauern eingerahmt. In Alexandria unser ★★★★Hotel. Eine Übernachtung inkl. Frühstück.

Di., 28.03.06
Alexandria – Oase Saloum _____**FA**
Nach dem Frühstück Besichtigung der tief in die Erde eingelassenen **römischen Katakomben**. Anschließend auf dem Weg zur **Oase Saloum** Besichtigung des Militär-Museums und der Friedhöfe des 2. Weltkriegs. Weiterfahrt zu unserem für die Sonnenfinsternis aufgebauten **Camp**, welches einen Beobachtungsort mit hervorragender Chance auf klaren Himmel bietet. Übernachtung in unserem Zelt-Camp (1 Nacht).

Mi., 29.03.06
Sonnenfinsternis _____**FMA**
Dieser Tag wird der **Sonnenfinsternis** gewidmet. Um ca. 12.30 Uhr lokaler Zeit wird an unserem Standort die Sonne vollständig verdunkelt werden (die längste Sonnenfinsternis bis 2009); in der Kulisse der Libyschen Wüste ein einmaliges Erlebnis. Nachmittags Fahrt zur **Oase Siwa**. Jahrtausende der Abgeschiedenheit ließen die hier lebenden Berber und Beduinen ihre **Wüsten-Traditionen** nahezu unverfälscht bis heute bewahren. ★★★Hotel (zwei Übernachtungen).

Do., 30.03.06
Oase Siwa _____**FMA**
Ganztägiges Besichtigungsprogramm in der **Traumoase Siwa:** die **Altstadt Shali**, vom **Gebel Dakrour** ein einmaliger Rundblick über die Oase und die Wüstenlandschaft, die **Kleopatra Quelle**, der **Amun Tempel**.

Fr., 31.03.06
Oase Bahariya _____**FMA**
Fahrt durch die libysche Wüste zur **Oase Bahariya**, der nördlichsten der westlichen Oasen mit dem Hauptort **Bawiti**. Unterwegs die in der Wüste gelegenen flächigen **Salzseen**. Nach der Ankunft Stadtrundfahrt. Abendessen und Übernachtung im ★★★Hotel.

Sa., 01.04.06
Oase Bahariya – Oase Farafra _____**FMA**
Nach dem Frühstück Besichtigung in der Oase: die **Gräber Banentius und Alexanders**, **El Moftella**, die **Mumien** im lokalen Museum, die ganz große archäologische Sensation der letzten Jahre. Weiter zur **Oase Farafra**, der kleinsten der ägyptischen Oasen, mit einzigartig ursprünglicher Altstadt. ★★★Hotel. Unterwegs die faszinierende Kalklandschaft der **Weißen Wüste**.

So., 02.04.06
Oase Farafra – Kairo _____**FMA**
Durch die Wüste und durch die Oase Bahariya zurück nach Kairo, Ankunft nachmittags. Zeit zu einem Bummel auf dem Basar Khan El Khalili. ★★★★Hotel.

Mo., 03.04.06
Rückflug _____**F**
Der Vormittag zur freien Verfügung. Mittags Transfer zum Flughafen und **Linienflug** zurück nach **Deutschland**.

In Kairo bietet sich eine 3-tägige Verlängerung, ohne Flugmehrkosten, mit einer ausführlichen Erkundung:

Mo., 03.04.05 Kairo _____**F**
Morgens Besichtigung der **Pyramiden** von **Gizeh**: Cheops, Chefren und Mykerinos, dazu die **Sphinx** und der **Taltempel**. Anschließend Besuch des **Ägyptischen Museums**, hier die Schätze aus allen dreißig Pharaonen-Dynastien sowie die einzigartigen Funde aus dem Grab des **Tut Ench Amun**. Nachmittags Auffahrt zur Kairo überblickenden **Zitadelle** mit der **Alabaster Moschee**. Abends Bummel durch den größten Basar Kairos, **Khan El Khalili**. 2 Übern. im zentralen ★★★★Hotel inkl. Frühstück.

Di., 04.04.05 Kairo _____**F**
Ein Tag zur freien Verfügung. Zeit, Kairo weiter individuell zu erkunden.

Mi., 05.04.05 Rückflug _____**F**
Mittags Transfer zum Flughafen und **Rückflug** nach Deutschland.

Preis pro Person im Doppelzimmer: **€ 290,–**
Einzelzimmerzuschlag: **€ 90,–**

- **Mindestteilnehmerzahl:** 2 Personen
- **Besichtigungsprogramm** mit örtlicher, deutschspr. Reiseleitung.

Termine • Preise • Leistungen

618203-03	**27.03.06-03.04.06**	**€ 2.160,–**
Einzelzimmerzuschlag		**€ 240,–**
Mindestgruppengröße:		**15 Personen**
Maximale Gruppengröße:		**30 Personen**

Im Preis enthaltene Leistungen:
- **Flüge** gemäß Ausschreibung mit LUFTHANSA ab/bis Frankfurt;
- **Flughafensteuern** und **Kerosinzuschläge**;
- **Zubringerflüge** ab/bis versch. deutschen Flughäfen + € 50,–;
- **Hotelübernachtungen** gemäß Verlauf;
- eine **Campübernachtung**;
- **Mahlzeiten** gemäß Verlauf (F = Frühstück, M = Mittagessen, A = Abendessen);
- **Besichtigungs-**, **Rundfahrten-**, **Transfers-** und **Erlebnisprogramm** einschl. Eintrittsgelder;
- qualifizierte deutschspr. **Reiseleitung** ab/bis Frankfurt;
- **Reiserücktrittskostenversicherung**.

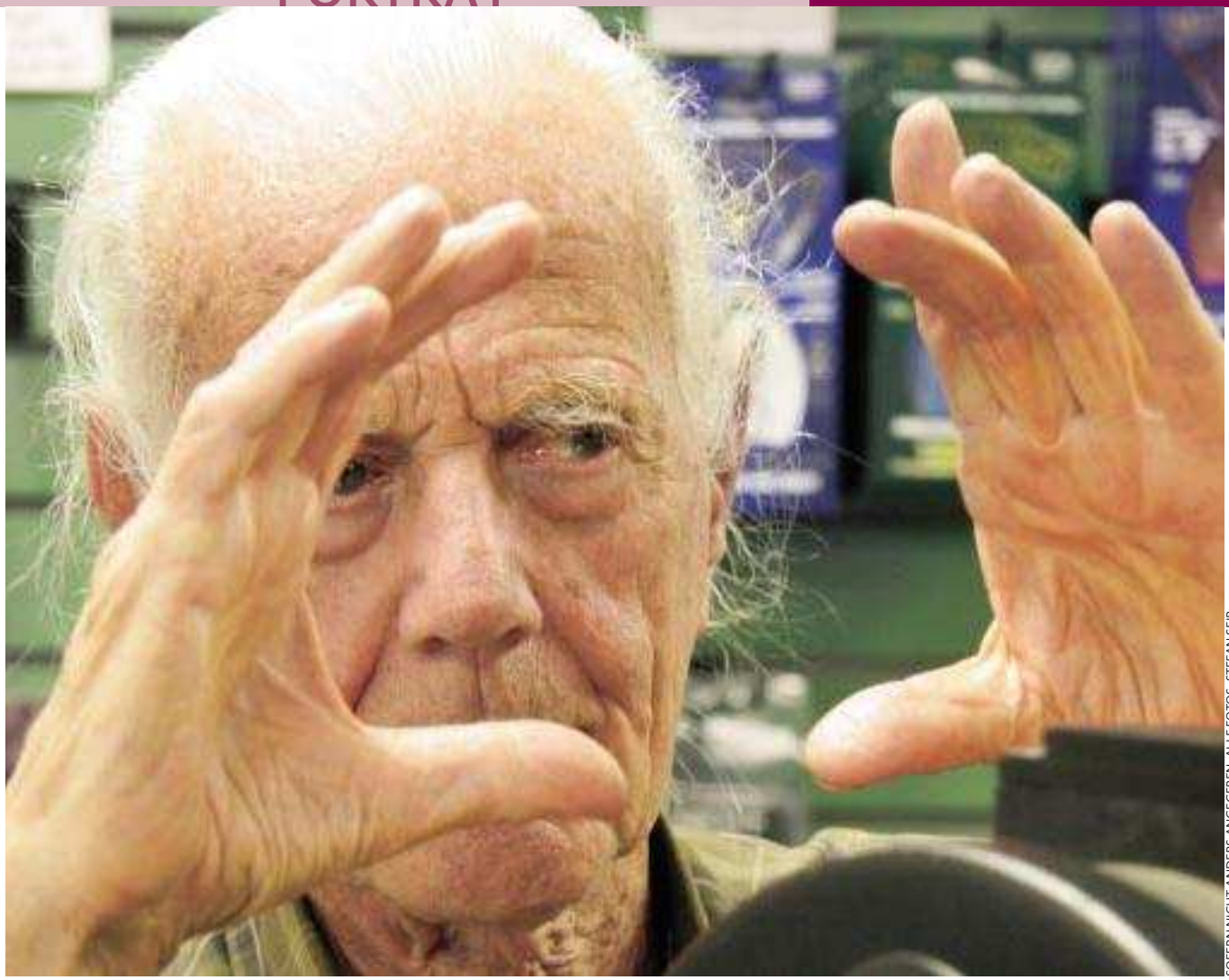
Durch den Preis nicht abgedeckte Leistungen:
- persönliche Ausgaben, Trinkgelder;
- weitere Reiseversicherungen;
- Visum, z.Zt. € 20,– bei Einreise.

Es gelten die Reisebedingungen des Veranstalters Ikarus Tours GmbH.

Wissenschaftliche Reiseleitung durch Herrn Dr. Hans Zekl

Nach dem Studium der Physik und Astronomie mit anschließender Promotion an der Universität Heidelberg (1970-1980) arbeitete Dr. Zekl viele Jahre als wissenschaftlicher Angestellter für den Bereich Astronomie und als Software-Ingenieur. Nebenbei beschäftigt er sich als freier wissenschaftlicher Journalist mit dem Schwerpunkt Astronomie und leitete schon mehrere Sonderreisen zu Sonnenfinsternissen u.a. nach Mexiko, Bolivien, Frankreich und in die Karibik.

Beratung u. Buchung: IKARUS TOURS GmbH · Am Kaltenborn 49-51 · 61462 Königstein /Ts.
Herr Godehard Ulrich · Tel. 06174 – 29 02 28 · Fax: 06174 – 2 29 52 · ulrich@ikarus.com · www.ikarus.com



SOFERN NICHT ANDERS ANGEGEBEN, ALLE FOTOS: STEFAN SEIP

Der Grandseigneur der Sterngucker

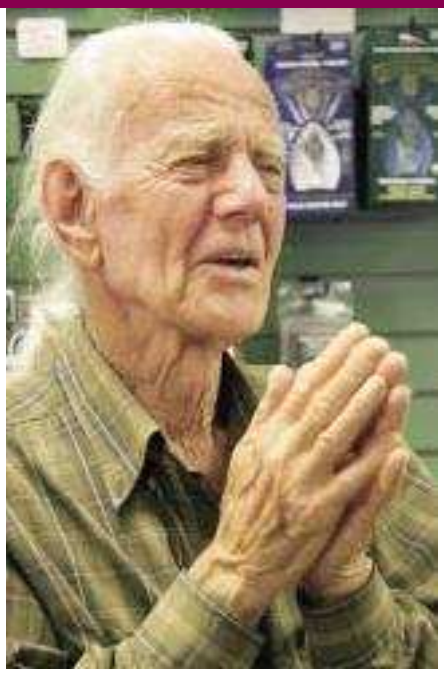
John Dobson live »Mit einer so kleinen Optik sieht man keine fernen Galaxien.«

Was wäre die Amateurastronomie ohne die beliebten Dobsonteleskope? Ihr Erfinder und Namensgeber John Dobson lebt in Kalifornien und feiert seinen 90. Geburtstag. **>> Stefan Seip**

Ohne Übertreibung darf man behaupten, dass John Dobson die Amateurastronomie revolutioniert hat – jedenfalls was die Geräte für visuelle Beobachtungen betrifft.

Sein Streben nach einer immer größeren Teleskopöffnung wurde in den 1970er Jahren durch die gabelmontierten Schmidt-Cassegrain-Teleskope angeregt. Da dieser Fernrohrtyp jedoch mit zunehmender Öffnung schwer und unhandlich wird, war die Rückkehr zum einfach aufgebauten Newton-Spiegelteleskop der einzig realistische Weg, um seinen Wunsch nach schier unbegrenzter Öffnung zu verwirklichen. Allerdings kamen seine neuen Teleskope nicht mit einer parallaktischen, motorgetriebenen Montierung daher, sondern auf einer einfachen Holzbox, der so genannten Rockerbox, die man von Hand in jede Richtung bewegen kann.

Anfang dieses Jahres traf ich John Dobson in den Geschäftsräumen von »Starizona«, einem Teleskophändler in Tucson, Arizona. Als ich den Laden betrete, ist er bereits von etlichen Kunden



JOE ORMAN

»Bitte lasst die Menschen durch Teleskope schauen.« John Dobson überprüft die Justierung eines Sechzig-Zentimeter-Spiegelteleskops vor einer Starparty im Death Valley National Park (oben rechts).

umringt. Manche holen sogar schnell ihr Teleskop von zu Hause, um es von ihm mit einem Goldstift signieren zu lassen.

Geduldig kommt er allen Wünschen nach, sogar dann, wenn es sich nicht um Dobsonteleskope handelt. Die Begrüßung erledigt er in Deutsch mit »Guten Tag«, um gleich danach das Lied »Muss i denn zum Städtele hinaus« anzustimmen. Nicht nur von mir erntet er dafür Applaus. Verblüffend, wie es ihm mit Leichtigkeit gelingt, für eine lockere Gesprächsatmosphäre zu sorgen. Unsere anschließende Unterhaltung findet dann der Einfachheit halber aber in Englisch statt.

Von der Rüstungsindustrie ins Kloster

Vor mir sitzt ein sportlich wirkender Mann, dem man die Erfahrung eines langen Lebens, nicht aber sein hohes Alter ansieht. Fast jugendlich wirkt er durch seine hagere, etwas drahtige Gestalt und seine flinken Bewegungen. Die langen, weißen Haare sind hinten zu einem Zopf zusammengebunden. Er trägt ein legeres Hemd, eine lange Hose und modische Turnschuhe.

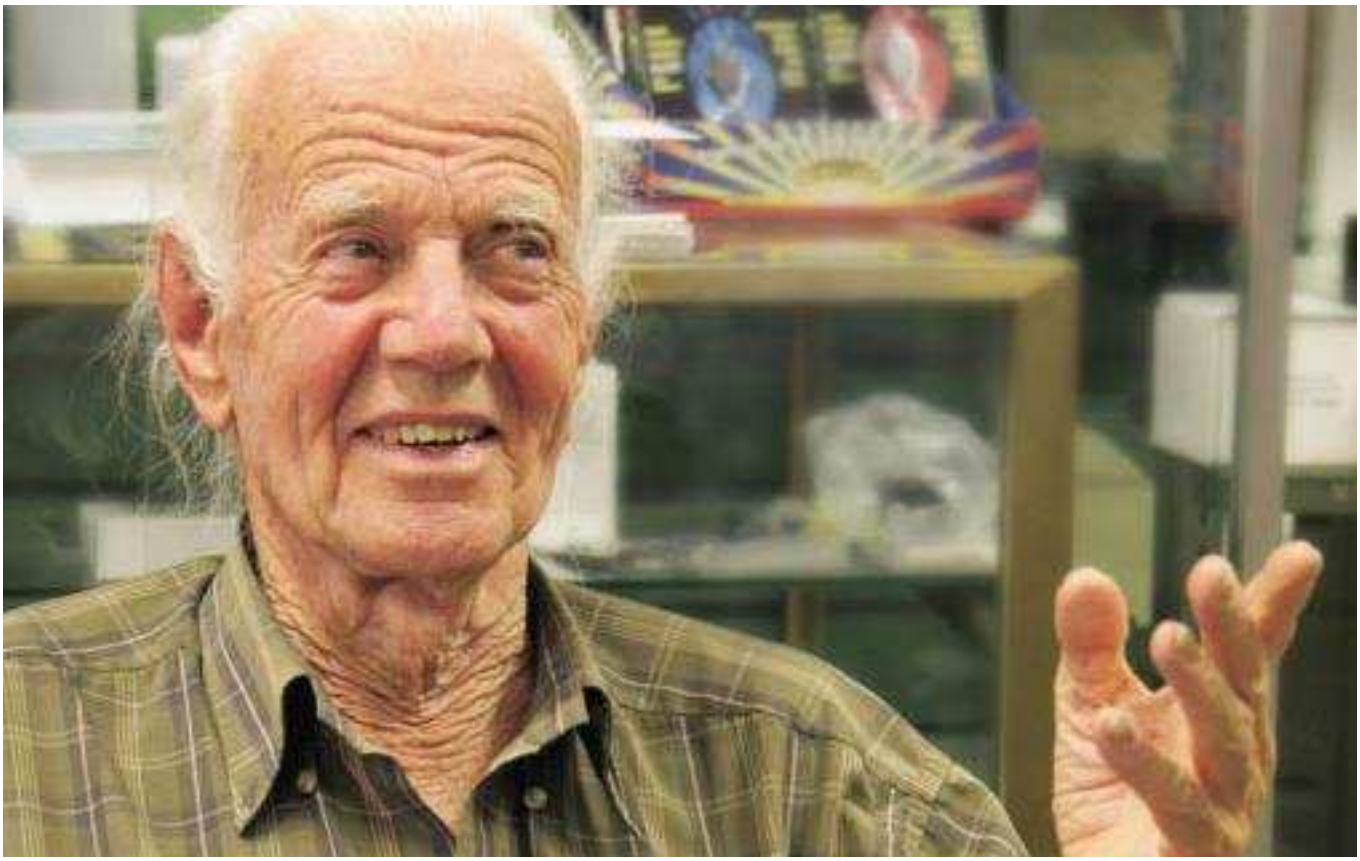
Als Sohn eines Hochschullehrers für Zoologie und einer Musikerin kommt John Dobson am 14. September 1915 in Peking (China) zur Welt. Zwölf Jahre später kehrt die Familie nach San Francisco zurück. Nach seinem Schulabschluss beginnt Dobson ein Studium der Chemie an der Universität von Kalifornien in Berkeley. Er schließt es 1943 erfolgreich ab. Es folgt eine Tätigkeit in der Rüstungsindustrie, wo er auch an der Vorbereitung für die Atombombenversuche beteiligt ist. Doch schon 1944 setzt er einen Schlussstrich und tritt in das hinduistische Vedanta-Kloster des Ramakrishna-Mönchsordens ein.

1956 baut er sein erstes Teleskop. Damals noch kein »Dobson«, sondern ein kleiner Refraktor, den er aus den Teilen eines Zeiss-Fernglases zusammensetzt. Damit sieht er zum ersten Mal die Ringe des Saturns. Und weil der Besitz von Geld den Mönchen des Klosters nicht gestattet ist, muss als Baumaterial für seine nächsten Teleskope Schrott herhalten. Zunächst entsteht ein Spiegelteleskop mit fünf Zoll, danach eines mit zwölf Zoll Öffnung. Selbstverständlich alles vollständig in Eigenleistung: Sogar die Spiegel schleift der Chemiker selbst. Die Bauart des Geräts entspricht schon weit gehend der heutiger »Dobsonteleskope«.

Das Zwölf-Zoll-Fernrohr richtet der Mönch Dobson auf den abnehmenden Halbmond und findet, dass jeder Mensch diesen Anblick einmal im Leben genießen können sollte. Dieser Wunsch lässt ihn fortan nicht mehr los. Nach dem Umzug in das Vedanta-Kloster in Sacramento bringen ihn seine astronomischen Interessen immer mehr mit den Regeln des Ordens in Konflikt, was 1967 schließlich seinen Ausschluss nach sich zieht. Völlig mittellos beginnt er ein neues Leben in San Francisco, wo er zusammen mit zwei jüngeren Mitstreitern den Verein »Sidewalk Astronomers« gründet. Noch heute ist es das erklärte Ziel dieser Gruppe, den Menschen die Gelegenheit zu bieten, durch ein größeres Teleskop zu schauen und ihnen die Schönheit des Weltalls nahe zu bringen. 1970 baut er ein Teleskop mit 24 Zoll Öffnung – für einen Amateur und die damalige Zeit rekordverdächtig! John Dobson ist nach wie vor ein aktives und das zweifellos berühmteste Vereinsmitglied. Erst kürzlich ist ein Kinofilm angelaufen, der dokumentarisch sein Leben und Wirken zeigt.

Teleskopbauseminare in Sibirien

Hier im »Starizona« wird sein Redefluss aber jäh durch einen Amateurastronomen, der sich Dobson mit einem Fotoalbum in der Hand genähert hat, unterbrochen. Prall gefüllt präsentiert es Bilder, die chronologisch den Fortschritt seines Teleskop-Selbstbauprojekts dokumentieren. Erwartungsvoll, aber auch angespannt schaut der Erbauer in das Gesicht des Experten, als dieser mit geschultem Blick Bild für Bild unter die Lupe nimmt. Endlich nickt er zufrieden, findet aber dann doch noch eine Kleinigkeit am Okularauszug, bei der er zu einer baulichen Veränderung rät. Sichtlich erleichtert bedankt sich der stolze Tüftler und bittet Dobson anschließend, eine Seite seines Albums zu signieren. >



Neunzig Jahre und kein bisschen leise Der begnadete Geschichtenerzähler gibt seinen reichen Erfahrungsschatz gerne weiter.

> Der alte Herr lacht verschmitzt und merkt an, dass er mit seiner Unterschrift aber keinesfalls den falsch konstruierten Okularauszug absegnen will.

Doch natürlich ist diese Äußerung, wie viele andere auch, nicht ganz ernst gemeint und so unterschreibt er ohne Umschweife. Rasch bildet sich eine Menschentraube um Dobson, die alles Mögliche von ihm signiert haben möchte: Bücher, Kalender, Fotos, Kleidung, Teleskope und Zubehör. Mit der Zeit wird seine Schrift ein bisschen zittrig und er schlägt vor, jemanden zu engagieren, der mit und in seinem Namen unterschreibt. Das gipfelt schließlich in der Idee, einen Stempel mit seiner Unterschrift anfertigen zu lassen.

Trotzdem setzt er die Autogrammstunde fort, bis auch der letzte Fan zufrieden von dannen zieht. Die anschließende Ruhepause genießt er sichtlich, wobei er plötzlich bemerkt, dass ich ihn beobachte. »Eigentlich bin ich zu alt, um damit mein Geld zu verdienen«, murmelte er mit lausbubenhaftem Grinsen.

Auf meine Frage, in welchem Bereich der Amateurastronomie er sich derzeit engagiere, antwortet er: »Seit 1968 mache ich immer das Gleiche: Ich gebe Unterricht im Teleskop-Selbstbau und der Herstellung von Spiegeln, betreibe Gehsteig-Astronomie und reise in Nationalparks und an Orte mit dunklem Himmel.«

John Dobson ist nicht nur in seiner Heimat beliebt: Zwar finden die meisten seiner Seminare in Kalifornien und in Oregon statt, manche aber auch in England, Chile oder gar in Sibirien. Auf regionalen und überregionalen Teleskoptreffen ist er regelmäßig zu Gast, etwa bei der anstehenden »Grand Canyon Star Party«, auf die er sich sehr freut, denn dort hat er in der Vergangenheit schon Nächte mit besonders guter Luftruhe (Seeing) erlebt. Ich will wissen, welches Teleskop er dorthin mitnehmen wird.

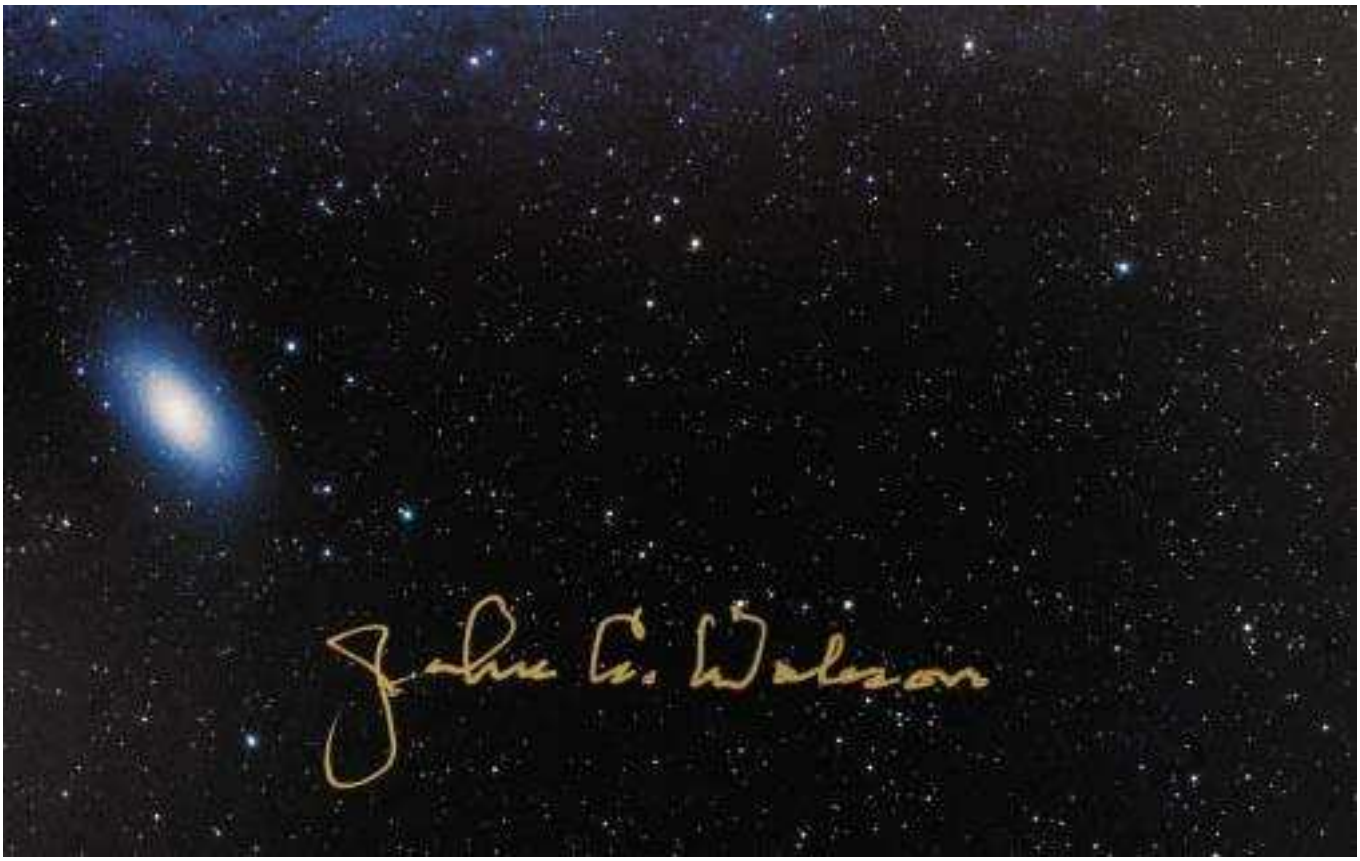
Tipps für den perfekten Standort

John Dobson, der in seinem Leben nie Wert auf persönlichen Besitz gelegt hat, meint, dass er nicht mehr viel geschweige denn schweres Gepäck tragen kann. Allerdings habe er Helfer, die seinen Zwölf-Zöller transportieren. Manchmal verzichtet er auch darauf, ein eigenes Teleskop mitzunehmen. Den Grund hierfür liefert er gleich nach: »Auf diesen Treffen sind immer so viele gute Teleskope von acht bis dreißig Zoll Öffnung vorhanden, durch die ich sowieso durchschauen soll.«

Außer beim Entwurf und Bau von Teleskopen berät er Amateurastronomen heute vor allem beim richtigen Einsatz der Instrumente. Das betrifft in erster Linie die Wahl des passenden Standorts mit bestmöglichem Seeing.

Seine jahrzehntelange Beobachtungspraxis hat ihn gelehrt, welche Luftströmungen und -verwirbelungen wo und wann auftreten und welche Bedingungen günstig gewesen sind. »Für Dobsonteleskope mit großer Öffnung ist das ganz besonders wichtig«, betont er. Neben der Wahl eines perfekten Standorts sollte die Konstruktion des Fernrohrs eine konstante Luftströmung im Tubus und damit eine schnelle Auskühlung des Spiegels ermöglichen. »Wenn alle Rahmenbedingungen erfüllt sind«, so fährt er fort, »dann beschert ein Dobsonteleskop einem unvergessliche Momente, bei einem sehr moderaten Preis.«

Ich frage ihn, ob er denn stolz darauf sei, dass eine heute so beliebte Teleskopklasse seinen Namen trage. Sofort winkt er



Objekt mit Seltenheitswert
John Dobsons Autogramm auf einem Foto der Galaxie Messier 110

ab. »Es geht doch nicht darum, wie diese Teleskope heißen«, verbessert er mich bescheiden. »Vielmehr ist es wichtig, ihre Vorteile aufzuzeigen, ihre Überlegenheit bei der visuellen Beobachtung gegenüber den ›Schmidt-Cassegrainies, Maksutow-Cassegrainies, Schmidt-Newtonies‹ «, wobei er die Endsilben »ies« jeweils sehr lang gezogen und mit fast schmerzhaft verzerrtem Gesicht ausspricht. Damit lässt er auch keinen Zweifel daran, was er von diesen Systemen hält.

Aus nichts kann nichts entstehen

Im Lauf seines Lebens ist John Dobson durch theoretische Überlegungen und auf Grund seiner Beobachtungen zu einem eigenen »Weltbild« gelangt.

Es stimmt nicht mit den derzeit von der Wissenschaft favorisierten kosmologischen Theorien überein, wobei die größte Diskrepanz ist, dass Dobson nicht an einen Urknall glaubt. »Aus nichts kann nichts entstehen«, lautet sein Kredo. Die Astrophysiker hätten neue Gesetze eingeführt, nur um das Urknallmodell untermauern zu können, meint er. Bedenklich sei auch, dass die Lehrmeinung vom Urknall weit gehend unkritisch an die Studenten weitergegeben werde. Dobson glaubt an ein eigenes, von ihm entwickeltes Modell des Kosmos, das – so stellt er es dar – auf der Relativitätstheorie Einsteins und der Unschärferelation Heisenbergs basiere.

Sein Ansatz geht von einem ständig expandierenden Weltall aus, in dem ein »Recycling« der Atome stattfinden soll. In Fachkreisen stößt er mit seiner Theorie jedoch auf Widerstand und Ablehnung. Kritiker werfen ihm vor, er interpretiere die Relativitätstheorie und die moderne Quantenphysik nicht richtig. Tatsächlich benutzt Dobson kaum mathematische oder physikalische Herleitungen sondern bemüht seine scharfsinnige, jedoch überraschend simple Logik und seine Eloquenz.

Und schon wieder ist »Autogrammstunde«: Drei Dobsonteleskope, ein orangefarbenes Schmidt-Cassegrain-Teleskop und zwei Bücher warten darauf, mit einem Goldstift signiert zu werden. Danach wendet er sich wieder mir zu. Augen und Hände, beides für ihn und seinen Lebensweg sehr wichtige Werkzeuge, kommen dabei besonders ausdrucksstark zum Einsatz. John Dobson ist ein begnadeter Geschichtenerzähler: Er kann mitreißen und motivieren. Seine positive, lebensbejahende Einstellung und sein Humor überwältigen mich. Gleichzeitig ist er stets um ehrliche und direkte Antworten bemüht, ohne Dinge schönzureden. Er liebt es, Menschen zum Nachdenken anzuregen, und schreckt dabei auch vor provokanten, barschen Antworten nicht zurück.

Doch wer sollte es ihm angesichts seines fortgeschrittenen Alters und seines Lebenswerks wirklich übel nehmen, wenn er hin und wieder ein bisschen kauzig und schroff wird? Das muss auch ein begeisterter Sterngucker erfahren, der den Laden betritt und mittels einer Skizze verdeutlicht, an welcher Felsklippe er sein Teleskop zu Beobachtungszwecken positioniert, wobei meistens wabernde Luft das Bild verdirbt. Was man da tun könne, so seine Frage an John Dobson. Dessen Antwort lautete: »Guter Mann, ich habe solche Probleme nicht. Ich bin nicht so doof, mein Teleskop an einem solchen Ort aufzustellen.« <<

Stefan Seip traf John Dobson Anfang dieses Jahres bei einem Aufenthalt in den USA und war von dessen Persönlichkeit sofort beeindruckt.

Hohlwelt aus Blech

Neben den großen Projektionsplanetarien unserer Zeit geraten ihre mechanischen, aber ebenso eindrucksvollen Vorläufer leicht in Vergessenheit. Der jüngste erhaltene Hohlglobus wird dieses Jahr neunzig. **>> Alexander Kerste**

Seit Jahrtausenden haben die Menschen immer wieder versucht, den Himmel realistisch abzubilden. Eine Möglichkeit dafür waren Globen – denn von der Erde aus gesehen, scheint uns der Himmel wie eine Kugel zu umgeben.

Die ersten Himmelsgloben gehen auf den griechischen Astronomen Anaximander (611 bis 546 v. Chr.) zurück. Er markierte die Positionen der Sterne auf der Außenseite der Sphären, wie es auch heute noch üblich ist. Der älteste erhaltene Himmelsglobus ist Teil des »Farnesischen Atlas« (siehe »Zauberwelt in der Kuppel«, AH 10/2004, S. 28), einer Statue aus dem Jahr 150, die heute im Archäologischen Nationalmuseum in Neapel steht. Darauf erscheinen die Sternbilder ohne Verzerrung, allerdings blickt der Betrachter von außen auf die Himmelskugel. Viele alte Himmelsgloben wurden aus der »göttlichen Perspektive« mit spiegelbildlichen Sternbildern dargestellt, sodass nur ein Beobachter im Innern des Globus die Sternbilder so sehen könnte, wie sie in Wirklichkeit am Himmel stehen.

Innen bemalte Gebäudekuppeln umgingen dieses Problem, hatten aber einen anderen Nachteil: Sie konnten jeweils nur den Himmel zu einem bestimmten Zeitpunkt zeigen.

In einer seidenen Kuppel

Im 11. Jahrhundert entwickelte der chinesische Astronom Su Song daher den ersten Planetariumsvorläufer: eine seidenbespannte Holzkugel, in der eine Person Platz nehmen konnte. Löcher in der Bespannung ließen Licht von außen hineinfallen und stellten die Sterne dar.

Kupferfarben glänzt der Heilbronner Hohlglobus in der Sonne: beste Beobachtungszeit!

BEIDE FOTOS: ALEXANDER KERSTE

In Europa entstanden erst zu Beginn der Neuzeit begehbare und drehbare Hohlgloben. Der Gottorper (oder Gottorfer) Globus, mit dessen Bau Herzog Friedrich III. von Holstein-Gottorp und Adam Olearius 1651 begannen, ist der älteste der noch erhaltenen großen Himmelsgloben. Kugeln aus Silber und Gold markierten in seinem Innern die Sterne, die Außenseite zierte eine Erdkarte. Er drehte sich mit Hilfe eines Wassermechanismus und enthielt eine Mechanik, um die Positionen der Planeten darzustellen. Bis zu zwölf Personen konnten sich gleichzeitig in ihm aufhalten. Heute steht er in der Sankt Petersburger Kunstkammer, befindet sich aber nach einer langen und wechselhaften Geschichte längst nicht mehr im Originalzustand.

In der Folgezeit entstanden ähnliche Globen. Bekannt sind ein 3,30 Meter großer von Erhard Weigel aus Jena und ein weiterer mit 5,40 Meter Durchmesser von Roger Long im englischen Cambridge, beide aus dem 18. Jahrhundert. Löcher in der Globuswand, die von außen beleuchtet wurde, stellten die Sterne dar. Doch wie fast alle übrigen Hohlgloben wurden auch diese beiden entweder durch Unglücke zerstört oder verschrottet.

Geschichtsrettung per Zufall

Außer dem Gottorper Globus sind nur noch zwei recht junge Modelle erhalten. Eins davon ist die Atwood Sphere, die viereinhalb Meter durchmisst und im Adler Planetarium in Chicago, USA, steht. Sie besteht aus einer unten offenen Metallkugel, in die Besucher mit einem kleinen Wagen hineinfahren können. 692 Löcher simulieren den Sternenhimmel. Die Kugel ist elektrisch drehbar, somit lässt sich der Himmelsanblick zu jeder Tages- und Jahreszeit einstellen. Ihren Namen verdankt die Atwood Sphere Wallace W. Atwood, dem Geschäftsführer der Chicagoer Akademie der Wissenschaften, der sie 1913 in Auftrag gab. Als das Adler Planetarium im Jahr 1930 ein Projektionsplanetarium einweihte, ließ das Interesse an dem Globus nach.

Ob die Atwood Sphere Vorbild für den jüngsten erhaltenen Hohlglobus war, lässt sich heute nicht mehr nachvollziehen. 1914 initiierte Professor Dr. Karl Wildermuth bei der Erweiterung der damaligen »Oberrealschule und Realgymnasium für Jungen« in Heilbronn am Neckar den Bau einer Sternwarte. Diese war als Volks- und Schulsternwarte geplant, sodass sie neben einem Teleskop auch Instrumente für Forschung und Lehre bereitstellte, darunter eine Astrokamera und einen Meridiankreis. Der Hohlglobus kam 1915 hinzu: Auf dieses Jahr datieren zwei Rechnungen örtlicher Handwerksbetriebe, die Bauteile für einen »Sternhimmel« oder »Himmelsglobus« hergestellt hatten.

Wildermuth ging 1919 nach Stuttgart, wo er die Landesanstalt für Physikunterricht aufbaute. Danach wurde die Heilbronner Sternwarte nur noch sporadisch genutzt, vor allem von 1929 bis 1939 durch Professor Hans Seitz. Als Heilbronn am 4. Dezember 1944 bombardiert und fast vollständig zerstört wurde, gingen auch viele Dokumente über die Geschichte der Sternwarte verloren. Der Gebäudeflügel mit dem Observatorium überstand die Angriffe wie durch ein Wunder, die ausgelagerten Geräte jedoch wurden nach dem Krieg zerschlagen. In der Nachkriegszeit lag die Sternwarte weitestgehend brach.

Nur durch einen Zufall ist ein großer Teil ihrer Geschichte heute dennoch bekannt: Der ehemalige Sternwartenleiter Seitz beschrieb in seinem Buch »Methode und Praxis des Unterrichts in der Himmelskunde« auch den Heilbronner Hohlglobus. Als 1979 der Schüler Holger Sturm auf die Sternwarte stieß, nahm er anhand des Buchs Kontakt mit Seitz auf.

Sturms Interesse und seinem Engagement in den folgenden Jahren verdankt die Sternwarte ihre Wiederbelebung. Seit 1987 betreut ein Trägerverein die Einrichtung im heutigen Robert-Mayer-Gymnasium und macht sie der Öffentlichkeit zugänglich. So ist sie wieder ganz im Sinne ihres Gründers kombinierte Volks- und Schulsternwarte. An den öffentlichen Führungen nehmen jedes Jahr mehrere tausend Besucher teil.

Zwischen 2003 und 2004 musste der Hohlglobus restauriert werden, da ihm neunzig Jahre Witterung stark zugesetzt hatten. Dabei wurde nach einer Untersuchung durch das Landesdenkmalamt auch die wahrscheinliche Originallackierung rekonstruiert: Statt hellblau glänzt er seither wieder kupferfarben.

Der drehbare Globus besteht aus einer zwei Meter großen Blechkugel und diese wiederum aus 24 Segmenten. Somit kann der Besucher den Himmelsanblick leicht um eine Stunde oder auch einen halben Monat verstellen, indem er sich an den Einzelteilen orientiert.

Kreidestriche oder Zeichnungen verbinden an der Innenseite der Hohlgloben die Sternbilder. Ein großes Plus gegenüber dem echten Firmament!

Die Drehachse der Sphäre ist parallel zur Erdachse ausgerichtet, sodass der Anblick im Innern dem realen Himmelsanblick außerhalb des Hohlglobus entspricht. Vor allem bei diesigem Wetter wirkt das sehr realistisch.

Sterne gucken bei Tag und Nacht

Obwohl der Globus für den Gebrauch bei Tageslicht ausgelegt ist, erlaubt die neuzeitliche Lichtverschmutzung mittlerweile auch seinen nächtlichen Einsatz. Das Licht fällt durch 315 Löcher, die die hellsten Sterne darstellen – Sirius ist ein Loch von 1,3 Zentimetern, den schwächsten Sternen von etwa 4. Größe entsprechen einen Millimeter große Aussparungen. Ein Gestänge im Globusinneren markiert Horizont und Meridian. Eine drehbare Skala zeigte ursprünglich außerdem die Höhe der Sterne über dem Horizont an, die Gradeinteilung ist jedoch nicht mehr erhalten.

Im Innern können Astronomiekundige mit Kreide die Sternbilder und die Bewegungen der Planeten einzeichnen. Damit ist der Hohlglobus ideal für Lehrzwecke geeignet und sogar anschaulicher als ein modernes Projektionsplanetarium. <<

Alexander Kerste ist Biologe und freut sich über noch mehr Informationen zur Geschichte der Heilbronner Sternwarte (kerste@messier.de).

Weblink

Die Öffnungszeiten der Robert-Mayer-Sternwarte in Heilbronn finden Sie im Internet unter www.sternwarte.org.

WERNER KLUG / HERMANN VON EIFF

Dicker Fisch im Whirlpool

Fällt Ihnen etwas auf? Wenn ja, haben Sie das Zeug zum Supernovajäger! Dieses Bild vom 9. 7. zeigt die Supernova noch deutlich links unterhalb des Galaxienkerns.

Trotz automatischer Suchprogramme der Profiastronomen gelingt einem Amateur ein dicker Fang – in einer der Paradegalaxien des Nordhimmels: M 51. **>> Wolfgang Klöhr**

Es ist so weit, 27. 6. 2005 – das Wetter ist einigermaßen gut und so entschließe ich mich, mal wieder meiner Leidenschaft nachzugehen: der Jagd nach Supernovae. Wie immer sehe ich mir zunächst die aktuelle Liste des Central Bureau for Astronomical Telegrams (CBAT) an, ob es jüngst eine spektakuläre Sternexplosion gab.

Leider ist das nicht der Fall und ich denke mir: Gehe ich doch einfach selbst auf die Suche. In Zeiten robotergesteuerter Teleskope und automatischer Himmelsüberwachung durch die Profis mache ich mir keine allzu große Hoffnung auf Erfolg, aber die stirbt ja bekanntlich zuletzt. Routinemäßig fotografiere ich einige der helleren Galaxien: M 101, M 106, den »Whirlpool« M 51 und auch ein paar aus dem NGC-Katalog.

Die üblichen Verdächtigen

Leider kommen recht schnell Wolken auf und ich muss meine Suche abbrechen. Wie gewohnt vergleiche ich im Anschluss die gemachten Bilder mit älteren Aufnahmen. Bei M 51 fällt mir ein kleiner heller Punkt in einer Wolke aus ionisiertem Wasserstoff im inneren Spiralarm auf. Auf einer meiner älteren Aufnahme ist zwar der H-II-Klumpen zu sehen, aber der kleine helle Punkt darin nicht. In der invertierten Ansicht ist die Sache dann noch deutlicher zu erkennen. Das neue Bild ist etwas schärfer als das Vergleichsbild. Sollte es daran liegen oder habe ich tatsächlich etwas entdeckt?

Das vermeintlich neue Objekt hat eine Helligkeit von etwa 16. Größe. Auf der

CBAT-Liste wurden schon oft Supernovae bis zu 21. Größe gemeldet. Wenn es denn wirklich eine sein sollte, bin ich bestimmt nicht der Erste. Aber vielleicht habe ich ein frühes Bild einer Supernova geschossen, bevor die Sache im Netz richtig bekannt wird, das wäre ja immerhin etwas. Ich hoffe nur, dass das Wetter am nächsten Tag gut genug ist, um der Sache auf den Grund zu gehen.

28.6. 2005. Das Wetter ist nicht sonderlich einladend. Es ist windig und immer wieder ziehen Wolken durch. Dennoch entschließe ich mich zum Aufbau. Ein Blick würde ja genügen. Dann tatsächlich kurz freie Sicht. Schnell ein paar Fotos machen, bevor die nächste Wolkenbank durchzieht. Und da ist sie, die große Überraschung: An derselben Stelle, wo gestern noch der kleine Punkt war, leuchtet heute ein heller Stern. Wegen der Wetterlage gelingen mir nur noch ein paar schlechte Einzelaufnahmen.

Ich sehe was, was du nicht siehst …

Doch der Befund ist eindeutig. Nun werde ich langsam ein bisschen nervös. Was, wenn noch niemand dieses Ereignis gemeldet hat? Könnte ich wirklich der Erste sein? So recht will ich daran nicht glauben. Nachdem ich abgebaut habe, prüfe ich zuerst die aktuelle Supernova-Liste des CBAT. Noch keine Meldung.

Als Nächstes im Internet die Positionen der bekannten Kleinplaneten um M51 heraussuchen. Keiner in der Nähe!

GCVS, General Catalogue of Variable Stars – kein veränderlicher Stern an dieser Position!

Die Simbad- und NED-Datenbanken: kein Objekt, das einen solchen Helligkeitsanstieg rechtfertigt. Es ist also das eingetreten, was man sich als Amateur immer wünscht: die mögliche Entdeckung einer Supernova.

Kurz schießt mir der Gedanke durch den Kopf, einfach den Rechner auszuschalten und ins Bett zu gehen. Aber was, wenn ich wirklich der Erste bin? Niemals würde ich mir das verzeihen. Natürlich hatte ich schon vorher mal die Seiten des CBAT überflogen, was zu tun wäre, wenn, und wie man nachts um vier Uhr die Fachwelt alarmieren kann. Die Sache bekommt langsam richtig Feuer.

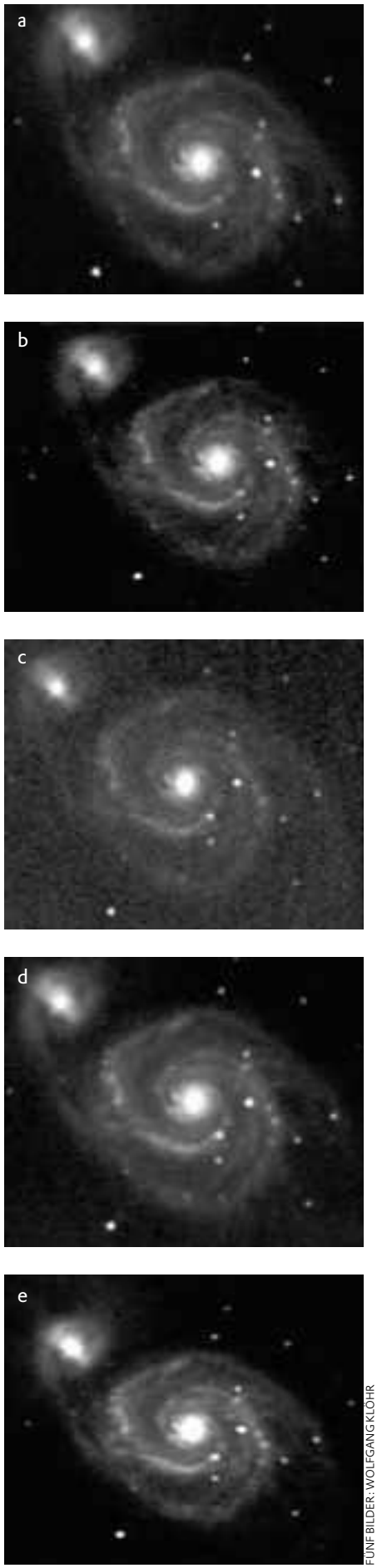
Jetzt nur keinen Fehler machen! Schnell überfliege ich noch mal die Anleitung, wie so eine Meldung auszusehen hat. Immer wieder englische Fachbegriffe und Formulierungen, bei denen ich mir nicht ganz sicher bin. Nach einer halben Stunde habe ich alle nötigen Informationen zusammen und mein erster »Discovery Report« ist fertig. Kurzerhand nehme ich meinen ganzen Mut zusammen und klicke auf den Sende-Button. Die Mail geht raus – nun ist die Sache nicht mehr zu stoppen.

Dreißig Minuten später kommt die Antwort von CBAT-Direktor Dan Green. Meine Angaben waren natürlich zu ungenau und unvollständig. Die Positionsangabe war zu unpräzise und Offset hatte ich auch keinen angegeben. Also muss ich mit Hilfe meiner Sternkarten wohl schätzen. Der einzige genaue Bezugspunkt, den ich habe, ist der Kern von M51. Aber wo ist eigentlich Norden in meinem Bild und wie errechnet man den Offset zum Galaxienkern? UT-Zeit plus zwei oder minus zwei Stunden oder ist es nur eine Stunde wegen der Sommerzeit? Probleme über Probleme und ich denke: Schon scheitert das Ganze an solchen Kleinigkeiten. Wenn ich ihm doch nur die Bilder zeigen könnte. Ohne Aufforderung darf man ja keine Bilder an das CBAT schicken, aber einen Link auf eine Website so nebenbei zu erwähnen kann ja nicht verboten sein.

Also schnell die Bilder hochladen auf meine bis dahin nicht genutzte Homepage und – zweiter Anlauf. Schließlich, nach der dritten Korrektur meiner Angaben, klickt Green, der meine Mails wirklich freundlich und geduldig bearbeitet, >

Schon im Ansatz erwischt

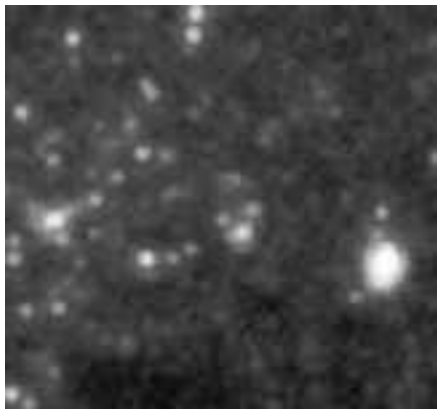
Im Mai (Bild a vom 11.5.) ist nur die H-II-Wolke zu sehen. Am 27.6. (b) ist die Stelle heller, deutlicher noch am 28.6. (c). Auch am 30.6. und 10.7. (d und e) strahlt sie unvermindert, weswegen dieser Typ Supernova auch als »Typ-II-Plateau« bezeichnet wird. Dabei explodiert ein Stern mit etwa zehn Sonnenmassen.

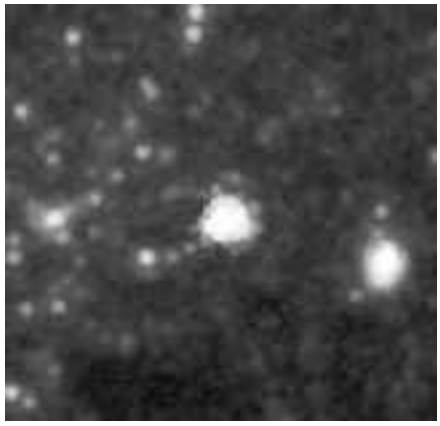


FÜNF BILDER: WOLFGANG KLÖHR

Haben Sie mal nachgeschaut?

Schicken Sie uns Ihre spannenden Erlebnisse rund ums Beobachten, ganz gleich, ob Sie durch einen Artikel aus ASTRONOMIE HEUTE angeregt wurden oder durch ein aktuelles Ereignis: nachgeschaut@astronomie-heute.de





DREI BILDER: NASA / ESA / W. LI & A. FILIPPENKO, U. CALIFORNIA / S. VAN DYK, CALTECH / S. BECKWITH, STSCI

Finden Sie den Unterschied! Hubble nahm die Supernova am 11. Juli auf (rechts, unteres Bild). Das große Bild und der Ausschnitt rechts oben stammen vom Januar 2005. Zu sehen ist der Vorgängerstern der Supernova, ein Roter Überriese.

> dann doch auf meinen Link. Das erste Bild vom 27.6. kann ihn noch nicht überzeugen. Er braucht noch eine weitere Bestätigung. Mittlerweile ist es 7 Uhr morgens, zum Glück habe ich Urlaub. Müde und erschöpft mache ich Feierabend. Beobachten kann ich jetzt sowieso nicht mehr.

29.6. 2005: Immer wieder der Blick zum Himmel, aber keine Chance für ein Bild. Das war's wohl mit meiner ersten Entdeckung.

30.6. 2005: Immer noch keine Meldung auf der aktuellen Supernova-Liste des CBAT. Das gibt es doch nicht! Irgendjemand muss dieses helle Ding doch sehen! Um einen Fehler auf meinen Bildern kann es sich nicht handeln – ich hatte zur Sicherheit immer mehrere Bilder gemacht und auf allen ist es zu sehen. Irgendwie muss jetzt ein Bild her! Es hat zwar gerade geregnet, aber die Wolkendecke lockert sich kurz auf. Also schnell aufbauen und hoffen, dass wenigstens ein Bild gelingt. Jetzt nur nichts falsch machen. Alles Mögliche schießt mir durch den Kopf: War der Aufbau gut genug? Hoffentlich stürzt der Rechner nicht ab! Die Spannung erreicht ihren Höhepunkt – ich richte das Teleskop auf M51 aus. Es klappt: Deutlich ist der helle Stern zu sehen, er hat sogar etwas an Helligkeit zugenommen. Schnell lade ich das neue Bild ins Web und schreibe eine Mail an Dr. Green.

Es dauerte keine Minute bis zur Antwort. Die Überschrift: »SN 2005cs in M51« Was mir Green nicht gesagt hatte, ist, dass er trotz fehlender dritter Bestätigung letzte Nacht einen Alarm ausgelöst hat. Er erhielt eine Bestätigung von der Lick Observatory Supernova Search und eine aus Japan. Jetzt stellte sich nur noch eine Frage: Bin ich als offizieller Entdecker eingetragen oder ist mein Name nur einer in einer langen Reihe?

Jetzt ist es offiziell

Das IAU-Zirkular 8553 steht schon auf der Webseite; mit der Supernova an erster Stelle. Mit einem Kloß im Hals scrolle ich nach rechts zur Spalte »Discoverer«. Da steht nur ein Name – meiner!

Bereits am nächsten Tag macht die Sache so richtig die Runde. Bereits am 30. lichten die Satelliten Swift und XMM-Newton (S. 24) M51 ab. Meine Homepage erzielt ein paar tausend Hits, ich werde vom Hersteller meines Teleskops eingeladen und bekomme einen neuen Deep-Sky-Imager-Pro geschenkt. Überall im Netz taucht auf einmal mein Name auf und meine Webseite wird einen Tag lang von »Astronomy Picture of the Day« verlinkt. Wie ein Sechser im Lotto! <<

Wolfgang Klöhr, 38, ist freiberuflicher Softwareentwickler in Schweinfurt. Die Adresse seiner Homepage ist www.dsi-astronomie.de.

Weblinks:

cfa-www.harvard.edu/iau/cbat.html ▪ www.sai.msu.su/groups/cluster/gcvs/gcvs/ ▪ simbad.u-strasbg.fr ▪ nedwww.ipac.caltech.edu

WOLFGANG KLÖHR

Teleskop-Service

Innovative Produkte auf neuestem Stand der Technik

GSO Dobsons

GSO 200e ... 298 €
200 mm Öffnung / 1200 mm Brennweite
Ausstattung: 25 mm Plössl, 6 x 30 Sucher

GSO 250e ... 448 €
250 mm Öffnung / 1250 mm Brennweite
Ausstattung: 2" 32 mm RK Okular,
2" Metal-Okularauszug, 8 x 50 Sucher

GSO 300e ... 698 €
300 mm Öffnung / 1500 mm Brennweite
Ausstattung: 2" 32 mm RK Okular,
2" Metal-Okularauszug, 8 x 50 Sucher

TS Super Plössl

1,25 Zoll Okulare

4, 6, 12, 15, 20 und 25 mm ... 39 €
32 mm und 40 mm ... 49 €
Paketpreis: 3 Okulare ... 112 €
Paketpreis: 5 Okulare ... 165 €

TS SWM 66° Okulare

6, 9, 15 und 20 mm ... 69 €

Pentax XW Okulare

Für höchste Ansprüche!

Diese Okulare sind für Deep Sky-, Mond- und Planetenbeobachtung gleichermaßen ideal geeignet!

- 70° scheinbares Gesichtsfeld
- SMC Multivergütung
- ca. 98% Transmission
- ED-Glas
- 20 mm Augenabstand

1,25 Zoll:
3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm .... 329 €

2 Zoll:
30 mm und 40 mm ..... 549 €

CCD Kameras von ATiK

ATK - 1C - Farbkamera	... 279 €
ATK - 2C - Farbkamera	... 499 €
ATK - 1HS - S/W Kamera	... 378 €
ATK - 2HS - S/W Kamera	... 480 €
ATK - 16 - S/W Kamera *752x582 Pixel*	... 910 €
ATK - 16HR - S/W Kamera *1390x1040 Pixel*	... 1735 €

ATiK Filterrad

Besonders schneller Wechsel von 5x 1,25" Filtern ohne Kamera-Demontage!

Beidseitiger T2-Anschluss.
Das Filterrad ist ideal für Beobachtung und Fotografie. Binnen Sekunden können Sie Filter wechseln und so Nebelfilter oder Farbfilter direkt vergleichen. ... 126 €

Kasai Orthos

Super Planetenokulare
- ideal für **Mars**!

Die Okulare zeichnen sich durch einen guten Einblick und vor allem durch einen hervorragenden Kontrast aus. Sie sind perfekt für Okularprojektion, sowie Mond- und Planetenbeobachtung geeignet.

Aktionspreis: nur 69 € je Okular !

Verfügbare Brennweiten - 1,25 Zoll:
4, 5, 6, 7, 9, 12,5 und 18 mm

Webcam Reducer 0,5x

... 35 €

Der TS Reducer reduziert die Brennweite der Hauptoptik auf die Hälfte und ermöglicht so visuell und fotografisch ein größeres Blickfeld.

Giro Mini - Montierung

... 169 €

Vorteile: einfache Bedienung und ruckelfreie Verstellung, selbst bei hohen Vergrößerungen. Die ideale Reisemontierung, passt in jeden Koffer !

TS RFT Refraktoren 80/500 und 100/700

Hohe Abbildungsqualität durch eine sehr präzise achromatische Optik und hervorragende Mechanik auf hohem Niveau bieten von Anfang an wirkliche Beobachtungserfolge in jedem Bereich der Beobachtung und Fotografie.

- Achromat mit Luftspalt
- 8 x 50 Sucher
- 2" Crayfordauszug mit Rotation und Ringklemmung
- Rohrschellen und Prismenschiene
- 2" und 1,25" Anschluss

80 / 500 ..... 385 €
100 / 700 (*) ..... 632 €

(*) mit teilbarem Tubus, so benötigt man keinen Glaswegkorrektor für den Binobetrieb!

Irrtümer und Änderungen vorbehalten

Teleskop-Service
Keferloher Marktstraße 19C
85640 Putzbrunn - München
Tel. 089 - 189287-0
Fax 089 - 189287-10
Internet: www.Teleskop-Service.de
E-Mail: Info@Teleskop-Service.de

TIPPS

Sommerlicher Schleiertanz

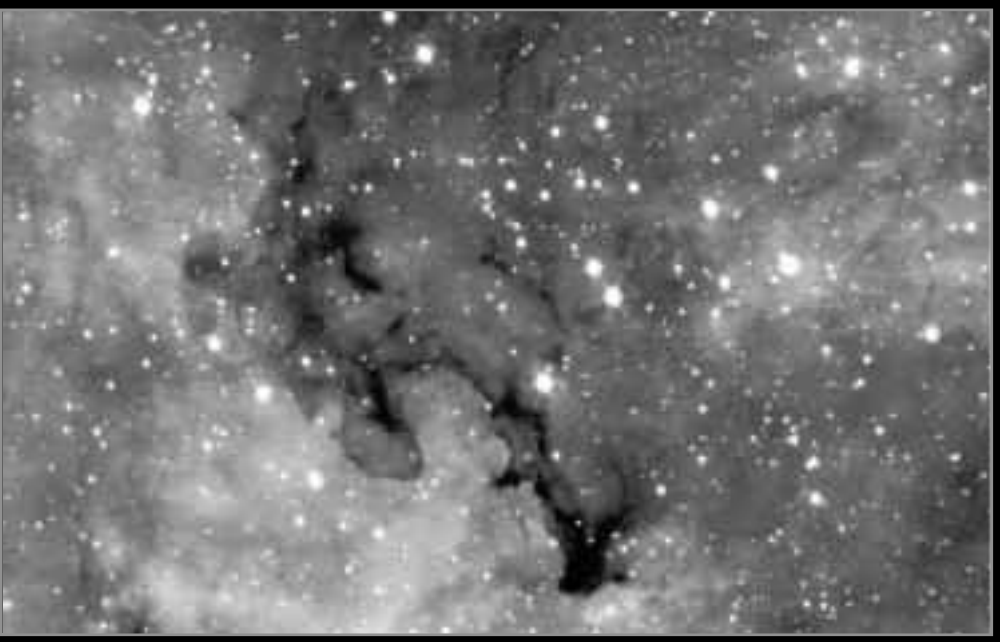
Das Sommersternbild Schwan ist eine schier unerschöpfliche Quelle schönster Deep-Sky-Objekte. Vor der sternübersäten Milchstraße leuchten die Filamente des Cygnus-Bogens.

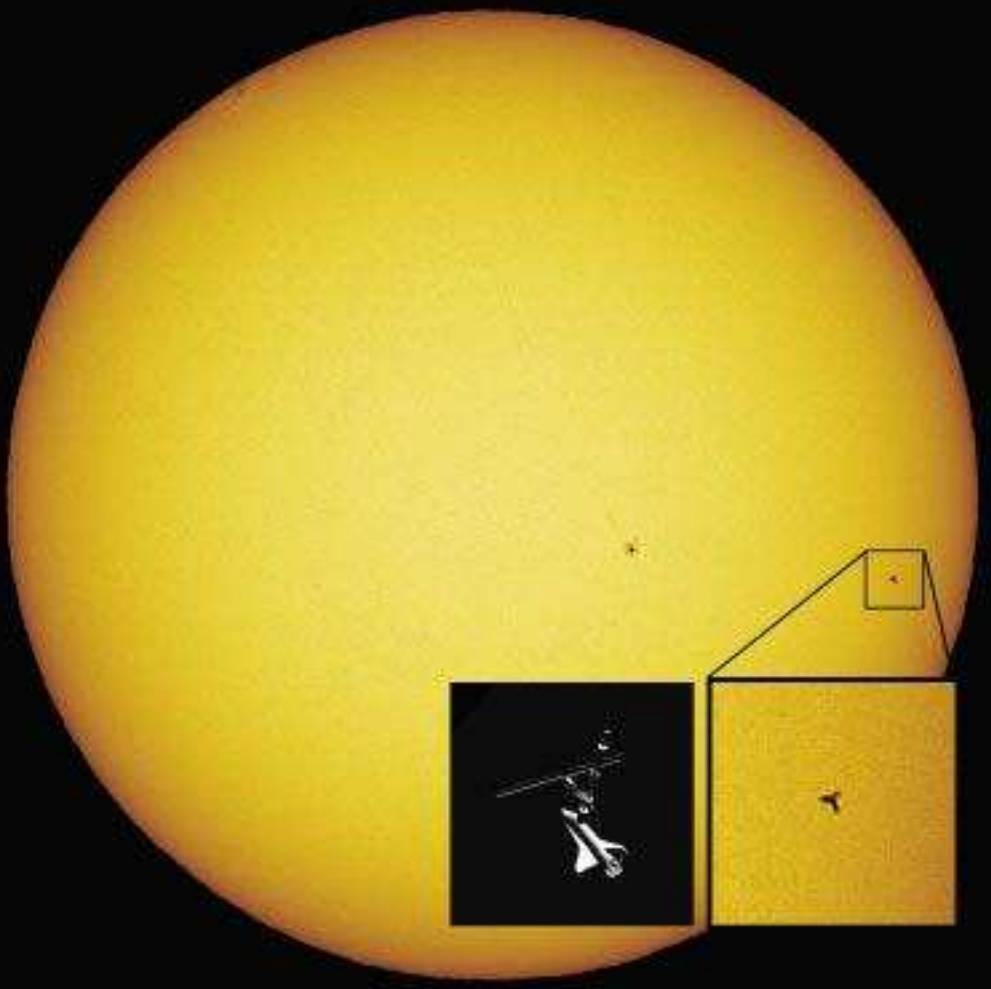
Nordwestlich des Schleiers liegt Gamma Cygni, das Herz des Schwans: rechts eine 45-Minuten-Langzeitbelichtung der Region.
>> Knut Schäffner

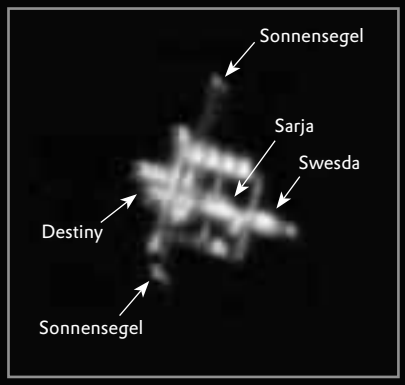
Auch um Gamma Cassiopeiae wabert es. Mit IR-Sperrfilter 100 Minuten belichtet (ganz rechts)
>> Siegfried Bergthal

Den östlichen Teil des Cygnus-Bogens bildet NGC 6992. Auch dieser Fotograf verwendete ein Zehn-Zoll-Newton mit f/4,8 und Komakorrektor.
>> Mark Achterberg

Sturmvogel nennt der Fotograf diesen Teil des Schleiernebels, NGC 6960, sehr passend. Das Mosaik entstand aus sechs Fotos durch ein Zehn-Zoll-Newton mit f/4,8 und Komakorrektor. **>> Rochus Hess**







Zwei herausragende Aufnahmen der Internationalen Weltraumstation entstanden in diesem Sommer: Links einer ihrer Sonnentransits, bei dem die Vergrößerung sogar die angedockte »Discovery« zeigt (daneben ein Vergleichsbild aus dem »ISS-Simulator«)

>> Anthony Ayiomamitis

Auf dem vielleicht besten vom Erdboden aufgenommenen Porträt der ISS (oben) lassen sich sogar ihre Module erkennen! Canon 20D durch ein Zehn-Zoll-Maksutow-Cassegrain

>> Stefan Seip

Im Sternbild Andromeda befindet sich die eindrucksvolle Galaxie NGC 891, die Caroline Herschel im August 1783 entdeckt haben soll. Aufgenommen wurde sie mit einer Starlight-Xpress MX7c durch einen 25-Zentimeter-Newton.

>> Martin Wagner

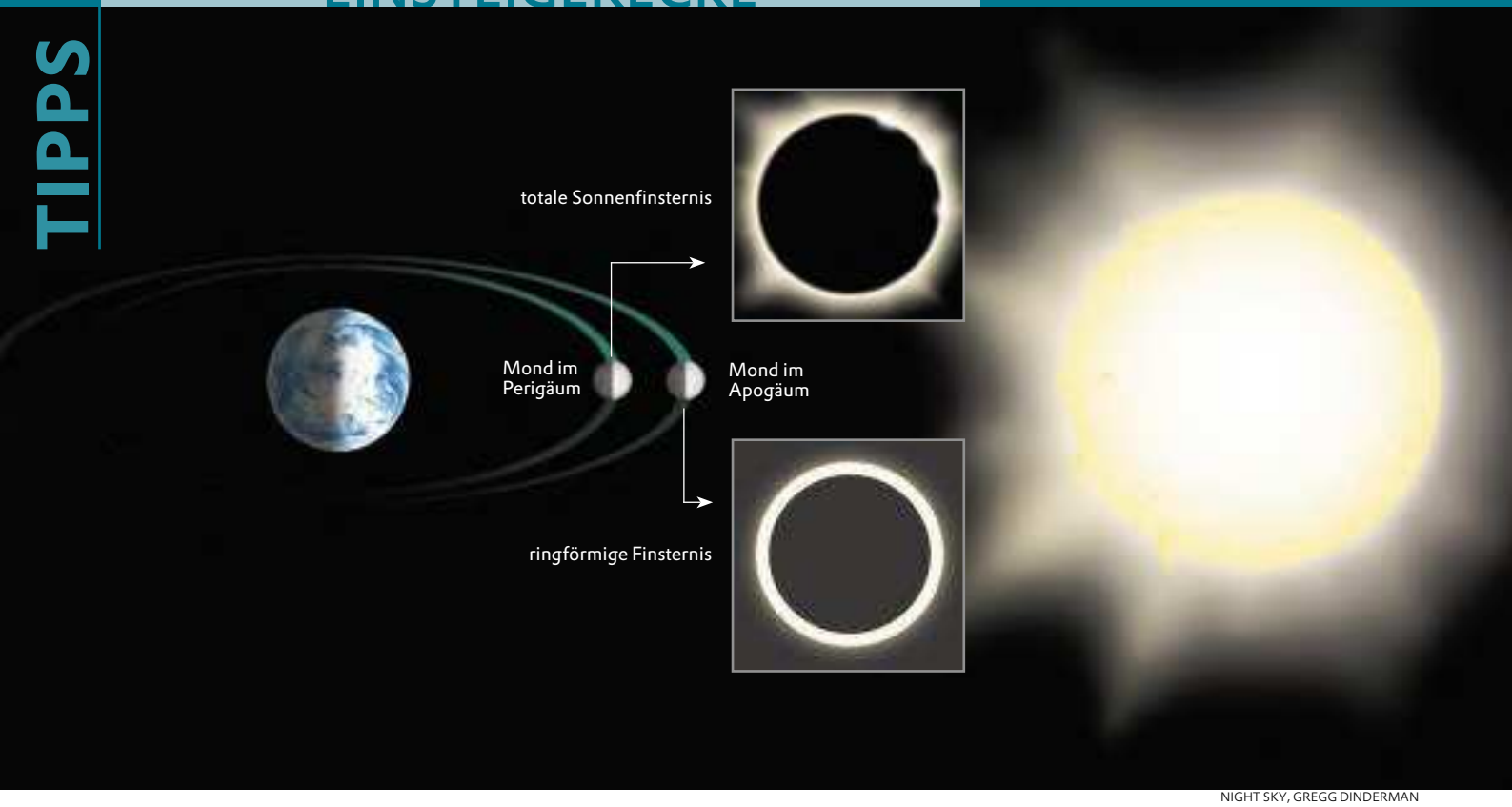
Alle Neune? »Alle Planeten« nennt der Fotograf diese Montage, in die er außerdem die Sonne und Ansichten des Monds eingebaut hat (die Erde fehlt natürlich). Nach der jüngsten Entdeckung von 2003 UB_{313} (siehe S. 20) benötigt sie nun wohl eine Erweiterung … **>> Martin Wagner**

Auch in Farbe macht sich der Schwan gut: Feurig leuchtende Nachbarn sind der Nordamerikanebel NGC 7000 (ganz links) und der Pelikannebel (links). Beide Bilder wurden durch ein Traveler-Teleskop auf CCD-Chip fotografiert und sind Komposite aus mehreren Einzelaufnahmen. IC 5067 wurde insgesamt dreißig, NGC 7000 fünfzig Minuten belichtet.

>> Sebastian Voltmer

Machen Sie mit: Wir freuen uns über Ihre »Glanzlichter« – schicken Sie uns Ihre besten Astrofotos!
Aus allen Einsendungen wählen wir einige der schönsten aus und veröffentlichen sie im Heft. (Bitte senden Sie uns hoch aufgelöste und ungezippte JPEG-Bilder. Geben Sie bitte auch Details über Teleskop, Kamera oder Aufnahmetechnik an.)

Adresse: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH · Redaktion ASTRONOMIE HEUTE · Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg · E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de



NIGHT SKY, GREGG DINDERMAN

Kosmische Zufälle

Sonnenfinsternisse kommen nicht alle Tage. Sie sollten also das Spektakel nicht verpassen! **>> Phil Plait**

Sein elliptischer Orbit lässt den Mond mal näher, mal weiter vor der Sonne vorüberwandern. Er bedeckt sie deshalb manchmal vollständig (obere Box), manchmal aber auch nur zum Teil (untere Box). Die Grafik ist nicht maßstabsgerecht.

Die Astronomie ist voller Zufälle. Manchmal schaue ich just dann zum Himmel empor, wenn gerade ein heller Meteor seine Leuchtspur am Firmament zieht. Oder ich werde unverhofft Zeuge davon, wie das Sonnenlicht auf einen künstlichen Erdsatelliten fällt und ihn für einen kurzen Augenblick aufblinken lässt. Aber der vielleicht größte Zufall in der Astronomie ist, dass wir auf der Erde totale Sonnenfinsternisse erleben können. In solch einem Moment schiebt sich die Mondscheibe vor die Sonnenscheibe, deckt sie passgenau ab und die schwach glimmende Sonnenkorona wird sichtbar.

Dazu kann es nur kommen, weil Sonne und Mond den gleichen scheinbaren Durchmesser am Himmel besitzen. Wäre die Mondscheibe kleiner, dann würde sie nicht die komplette Sonnenscheibe bedecken. Wäre sie größer, dann schattete sie nicht nur unser Zentralgestirn, sondern auch einen Teil ihrer Korona ab. Die Mondscheibe passt auf die Sonnenscheibe wie ein Deckel auf seinen Topf.

Tatsächlich ist die Sonne natürlich weitaus stattlicher als der Erdtrabant: Sie besitzt einen etwa vierhundertfach größeren Durchmesser. Allerdings ist sie auch vierhundertmal weiter entfernt.

Nichts ist so groß, wie es scheint

Die scheinbare Größe eines Objekts am Himmel hängt von genau diesen zwei Faktoren ab – von den tatsächlichen Ausmaßen und der Entfernung. Im Fall unseres Zentralgestirns kompensieren sich beide Faktoren so genau, dass der scheinbare Durchmesser genau dem des Monds entspricht. Das ist der Zufall dabei.

Für den Himmelsbeobachter ergeben sich daraus etliche Vorteile. Wäre unser Trabant viel kleiner – sagen wir, ein Zehntel so groß –, dann dürfte sein Abstand von der Erde nur ein Zehntel des gegenwärtigen Werts betragen, damit er am Himmel so groß wie die Sonne erschiene. Dann aber würde er derart schnell um die Erde kreisen, dass die von ihm bewirkten Sonnenfinsternisse für einen irdischen Beobachter maximal zwei Minuten dauern würden – wesentlich kürzer als die sieben Minuten, die wir bei den realen Größenverhältnissen genießen können. Gar nicht gut!

Wäre der Mond hingegen größer, dann müsste er auch weiter weg sein, um genauso groß wie die Sonne zu erscheinen. Bei zu großer Distanz von der Erde hätte die Schwerkraft der anderen Planeten jedoch einen spürbaren Einfluss auf

Geben und nehmen Langsam, aber sicher bremst der Mond die Erddrehung ab. Die Strafe folgt unmittelbar: Er darf künftig nicht mehr so nah bei uns verweilen.

seine Bahn. Im schlimmsten Fall hätte er sich längst von unserem Heimatplaneten getrennt und wäre in die Tiefen des Sonnensystems abgewandert. Es gäbe keine Strandspaziergänge im Mondlicht, keinen mitternächtlichen Vollmond und natürlich auch keine Finsternisse, weder solche der Sonne noch des Erdtrabanten.

Es gibt sogar noch mehr überraschende Zufälle. Zum Beispiel hält sich der Mond nicht immer in der gleichen Entfernung von der Erde auf: Seine Bahn ist elliptisch statt kreisrund.

Was für ein Geeiere

Im Durchschnitt beträgt seine Entfernung 386 000 Kilometer und schwankt zwischen dem erdnächsten und dem erdfernsten Bahnpunkt (dem Perigäum und dem Apogäum) um 40 000 Kilometer. Im Apogäum erscheint der Mond deshalb zehn Prozent kleiner als im Perigäum. Er ist dann nicht groß genug, um die Sonnenscheibe vollständig zu bedecken.

Kommt es in einer solchen Situation zu einer Sonnenfinsternis, dann kann man einen strahlenden Sonnenring sehen, der eine dunkle Mondscheibe umgibt. Diese Art von Sonnenfinsternis nennt man annular (von annulus: Ring) oder einfach ringförmig. Solche Ereignisse wie jetzt in Spanien (siehe S. 50) sind wirklich beeindruckend, aber längst nicht so majestätisch wie totale.

Wenn wir schon mal dabei sind – auch die Erde bewegt sich nicht auf einer perfekten Kreisbahn um die Sonne. Ihre Entfernung zum Zentralgestirn schwankt zwischen 146 und 153 Millionen Kilometern. Das bedeutet, die scheinbare Größe der Sonnenscheibe verändert sich während eines Jahres um etwa vier Prozent. Was für ein Durcheinander!

Höher, schneller, weiter …

Im erdfernsten Punkt seiner Bahn, dem Apogäum, ist der Mond am Himmel etwas kleiner (links) als im erdnächsten Punkt, dem Perigäum (rechts).

BEIDE FOTOS: ANTÓNIO CIDADÃO

Alles in allem ist es also wirklich ein verrückter Zufall, dass es auf der Erde manchmal zu einer totalen Sonnenfinsternis kommt. Das war nicht immer so – und es wird auch nicht so bleiben. Über sehr, sehr lange Zeiträume hinweg entfernt sich der Mond nämlich immer weiter von der Erde. Ironischerweise ist die Schwerkraft unseres Heimatplaneten dafür verantwortlich.

Die Gravitation des Monds zieht an unserem Heimatplaneten und verursacht die Gezeiten der Weltmeere (siehe AH 5/2003, S. 64). Das so aufgestaute Ozeanwasser zieht seinerseits zu unserem Trabanten. Dadurch verlangsamt sich die Erdrotation – unsere Tage werden immer länger. Am Ende wird sich die Erde so langsam drehen, dass der Mond über ihrer Oberfläche stillzustehen scheint. Ein Tag hat dann die Länge eines Monats – und Sie dachten, Ihr Montag nähme kein Ende!

Gleichzeitig werden die Gezeiteneinflüsse der Erde dazu führen, dass sich der Mond unaufhaltsam von uns entfernt. Zum Glück dauert das ein bisschen: Für die nächsten paar Ewigkeiten erhöht sich die Erde-Mond-Distanz um gerade mal zweieinhalb Zentimeter pro Jahr. Der Effekt summiert sich jedoch, und die Mondscheibe am Himmel wird kleiner und kleiner. Irgendwann ist sie nicht mehr groß genug, um die Sonnenscheibe abzudecken. Dann ist es vorbei mit den totalen Sonnenfinsternissen!

NIGHT SKY, GREGG DINDERMAN

Wie viel Zeit bleibt noch bis dahin? Wenn sich der Mond weitere 32 000 Kilometer von der Erde entfernt hat, dann ist der Punkt erreicht, wo er die Sonnenscheibe nicht mehr bedecken kann. Bei seinem gegenwärtigen Tempo dauert das noch über eine Milliarde Jahre. Sie haben also noch reichlich Beobachtungsmöglichkeiten.

Noch nicht lange auf dem Spielplan

Natürlich können wir die Entwicklung des Monds auch zurückverfolgen. Da er uns früher näher war als heute – und mithin am Himmel größer erschien –, gab es irgendwann einmal eine Zeit, wo die Mondscheibe bei jedem direkten Vorüberzug vor der Sonnenscheibe eine partielle oder totale Finsternis bewirkte. Mit anderen Worten: Ringförmige Finsternisse existierten nicht. Erst vor über einer Milliarde Jahren hatte sich der Mond so weit von unserem Heimatplaneten entfernt, dass die damaligen Erdbewohner ihre annulare Premiere erleben konnten.

Alles in allem scheinen wir also mitten in eine zwei Milliarden Jahre währende »Finsternis-Saison« geraten zu sein. Ich will jetzt keine Hektik verbreiten, aber es zeigt einmal mehr, dass alles irgendwann ein Ende hat. Wenn Sie also das Glück haben, eine totale Sonnenfinsternis zu beobachten – genießen Sie es. In ungefähr einer Milliarde Jahren ist die Show für immer vorbei. <<

Phil Plait ist ein Astronom, der noch nie eine totale Sonnenfinsternis beobachtete. Er hofft, eine zu Gesicht zu bekommen, bevor es zu spät ist.

ALLE FOTOS: STEFAN SEIP

Digitale Alleskönner

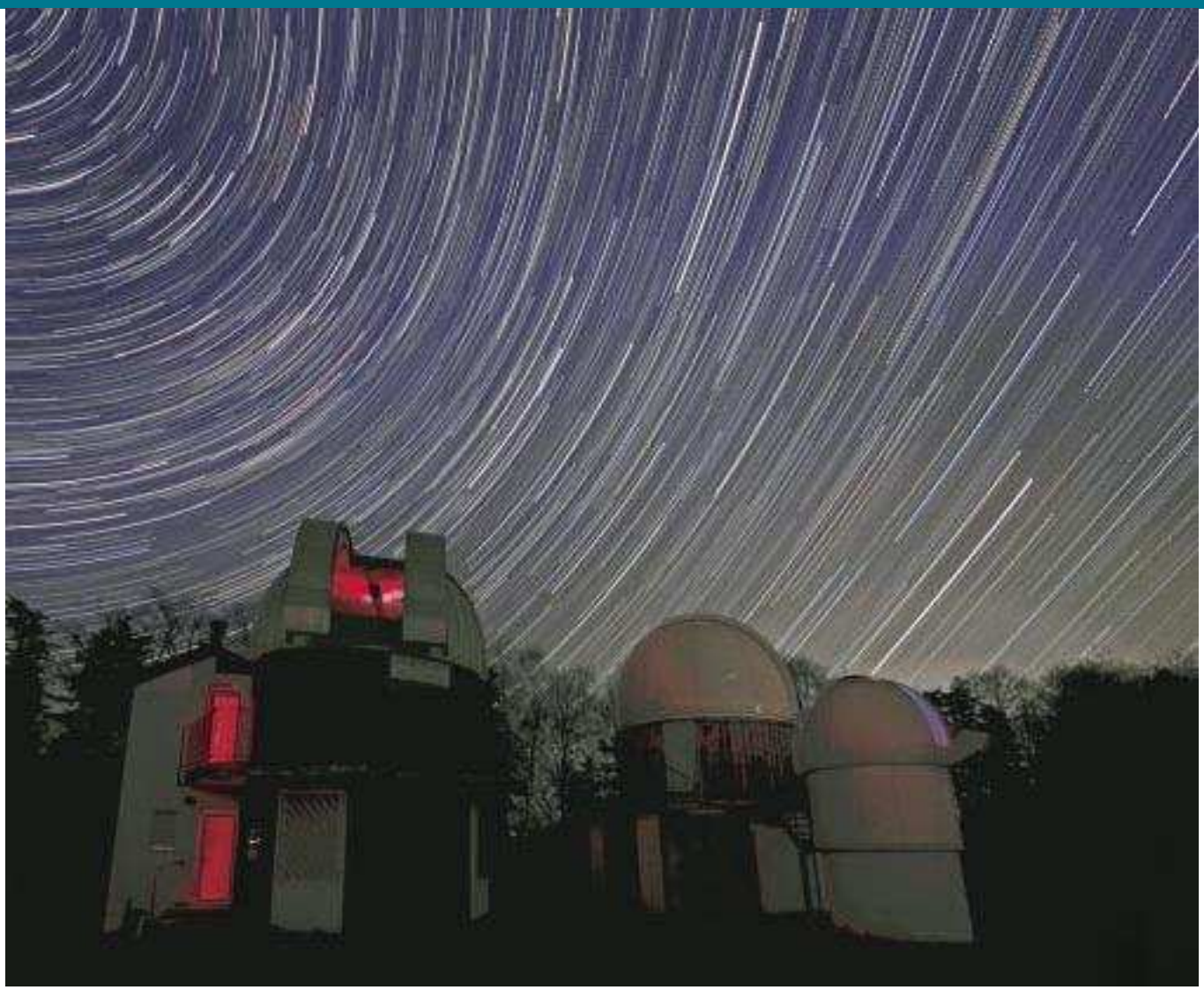
Ein Segen für Astrofotografen Mit der Digitalkamera können Sie Ihre Aufnahmen direkt beurteilen.

Die Fotobranche unterliegt im Moment einem dramatischen Wandel. Moderne Digitalkameras setzen sich mittlerweile auch in der Astrofotografie durch. **>> Stefan Seip**

Die Kleinbild-Spiegelreflexkamera, über Jahrzehnte das Arbeitspferd der Astrofotografen, hat Konkurrenz bekommen: die digitale Spiegelreflexkamera. Verkaufsschlager sind die aktuellen Modelle EOS 350D und EOS 20D von Canon. Sogar ein Sondermodell speziell für den Astroeinsatz, die Canon EOS 20Da, ist verfügbar.

Mich interessierte vor allem, mit welchem Erfolg sich diese Kameras in der Astronomie einsetzen lassen. Denn Astrofotografen stellen an eine Kamera deutlich andere Anforderungen als sie es für den Alltagsgebrauch tun würden. Eine Astrokamera muss den nächtlichen Einsatz klaglos überstehen, Langzeitbelichtungen ermöglichen, die kritische Suche nach dem besten Schärfepunkt erleichtern und empfindlich auf das einfallende Licht reagieren, um auch schwach leuchtende Himmelsobjekte zu erfassen. Dabei sollte sie ein großes Gesichtsfeld haben und auswechselbare Objektive besitzen, um für möglichst viele Aufnahmesituationen gerüstet zu sein.

Am Beispiel der Canon EOS 20D möchte ich zeigen, wie Sie bei Astroaufnahmen mit einer digitalen Spiegelreflexkamera arbeiten und wo deren spezifische Stärken und Schwächen liegen. Die 20D ist eine Kamera, die der japanische Hersteller für den semiprofessionellen Einsatz anbietet. Sie enthält als Herzstück einen 22,5 × 15 Millimeter großen Bildchip (CMOS-Sensor) mit effektiv 8,2 Millionen Bildpunkten, ist also eine 8,2-Megapixel-Kamera. Bilder in maximaler Auflösung haben eine Größe von 3504 × 2336 Pixel.



Sternaufgang über Welzheim: Um das elektronischen Rauschen des Kamerachips gering zu halten, wurden statt einer Langzeitbelichtung 68 Bilder mit je einer Minute Belichtungszeit addiert.

Im Vergleich zu einer herkömmlichen Kleinbildkamera (36×24 Millimeter) beträgt ihr Bildfeld also das 0,4fache. Mit anderen Worten: Um mit der 20D das gleiche Gesichtsfeld wie bei einer Kleinbildkamera zu erhalten, müssen Sie eine deutlich kürzere Brennweite verwenden (1,6fach). Ein Fünfzig-Millimeter-Objektiv an einer 20D hat das gleiche Gesichtsfeld wie eines mit achtzig Millimeter an einer Kleinbildkamera. Und um deren Bildfeld durch ein Objektiv von 135 Millimeter Brennweite zu erzielen, reicht an einer 20D eines mit rund 85 Millimetern (siehe Kasten über Gesichtsfelder, S. 72).

Die vom Chip aufgezeichneten Fotos werden auf einer CompactFlash-Karte gespeichert, die im Lieferumfang der Kamera nicht enthalten ist. Ich empfehle Ihnen, eine Karte mit zwei Gigabyte Speicher anzuschaffen. Das reicht für mehr als zweihundert Bilder in bestmöglicher Qualität. Kritischer ist die Stromversorgung. Auch während einer Langzeitbelichtung verbraucht die Kamera Strom aus dem Akku. Der mitgelieferte ist zwar innerhalb einer Stunde voll aufgeladen, seine Kapazität reicht aber nicht aus, um eine komplette Beobachtungsnacht zu bestreiten. Je nach Umgebungstemperatur gehen ihr nach spätestens ein bis zwei Stunden Gesamtbelichtungszeit die Lichter aus. Niedrige Temperaturen verkürzen die Laufzeit noch.

Netzstrom oder 12-Volt-Anschluss

Sie können dieses Problem auf mehrere Arten lösen. Wenn Sie an Ihrem Beobachtungsort über Netzstrom verfügen, lohnt sich die Anschaffung eines 220-Volt-Netzteils. Damit sind Sie alle Sorgen los. Andernfalls ist ein Adapter für 12 Volt (Zigarettenanzünder-Buchse im Auto) eine Alternative. Oder Sie besorgen sich mehrere Akkus. Verdoppeln lässt sich die Betriebsdauer mit dem Canon-Akkugriff, der zwei Akkus gleichzeitig aufnehmen kann.

Wichtig für den Astroeinsatz ist, dass Sie die Kamera ohne Berührung auslösen können, um Verwacklungen zu vermeiden. Bei älteren, mechanischen Kameras reichte dazu ein Drahtauslöser für wenige Euro. Canon bietet für die 20D ein elektrisches sowie ein Timer-Auslösekabel an. Das zweite ist die kostspieligste Lösung, erlaubt aber die Programmierung von Aufnahmeserien und langen Belichtungszeiten.

Erwerben Sie zusammen mit der Kamera am besten auch gleich ein Objektiv, denn dann können Sie auch Sternfelder aufnehmen und die Kamera in Alltagssituationen für Schnappschüsse einsetzen. Nun fehlen Ihnen nur noch ein Stativ und >

> eine Halterung, um die Kamera auf Ihrem Fernrohr zu befestigen. Mit dieser Ausstattung liegt bereits eine ganze Reihe von Motiven in Ihrer Reichweite: Auf- und Untergang von Sonne und Mond, Planetenkonstellationen (zum Beispiel die enge Begegnung von Mond und Venus am 5. November), Sternschnuppen, Polarlichter, Halo-Erscheinungen und die Strichspuren der Sterne.

Kamera huckepack

Für Aufnahmen von schwächeren Objekten müssen Sie die Kamera der scheinbaren Drehung des Himmels nachführen, um während einer langen Belichtungszeit die Sterne noch punktförmig abzubilden. Dazu montieren Sie den Apparat auf ein Fernrohr mit parallaktischer Montierung (siehe S. 76), verwenden aber nach wie vor ein Fotoobjektiv für die Aufnahme. Diese Technik nennt sich »Huckepack-Methode«, ein ausführlicher Artikel darüber erscheint in der Dezemberausgabe von ASTRONOMIE HEUTE.

Wenn Sie Nebel, Sternhaufen und Galaxien formatfüllend abbilden möchten, müssen Sie Ihr Teleskop als Objektiv benutzen. Um eine Canon EOS 20D an ein Fernrohr anzuschließen, benötigen Sie einen T-Adapter und eine Hülse mit dem Durchmesser Ihres Okularauszugs. Dort eingepasst, ersetzt sie das Objektiv der Kamera. Nun können Sie die 20D anstelle eines Okulars in den Auszug Ihres Fernrohrs stecken.

Die effektive Brennweite entspricht dabei genau der Brennweite des Teleskops, denn Sie arbeiten ja im »Primärfokus«. Die Autofokus-Funktion der Kamera ist dann außer Betrieb und Sie werden feststellen, dass es gar nicht so einfach ist, durch Verstellen des Feintriebs am Okularauszug den optimalen Schärfepunkt zu treffen. Für ein gutes Astrofoto ist die Scharfstellung aber sehr wichtig. Als Hilfsmittel bieten sich zwei Wege an: Einerseits gibt es Lupen- oder Winkelsucher mit Lupenfunktion. Diese stecken Sie statt der Gummiaugenmuschel auf das Okular der Kamera, dann zeigen sie eine Vergrößerung des Mattscheibenbilds. Ein Winkelsucher bietet ein Livebild auf dem Display zu sehen ist. Anders als beim Blick durch den Sucher erlaubt diese Funktion das schnelle und sichere Auffinden des Schärfepunkts. Auch in kritischen Situationen mit langen Brennweiten wird die Scharfeinstellung so zum Kinderspiel.

Gegenüber den im Artikel erwähnten Softwarelösungen benötigen Sie dank dieser Technik keinen Computer oder Laptop in der Nähe Ihres Teleskops. Die Canon 20Da gibt es in limitierter Auflage und nur für einen begrenzten Zeitraum. Anfragen bitte über den Fachhandel oder die Canon-Kundenhotline: 0180 5006022 (12 ct/ Min.)

Herzstück des ganzen Systems ist das Kameragehäuse. Beziehen Sie aber auch notwendige Zubehörteile für einen erfolgreichen Start in Ihre Kostenplanung mit ein.

Sondermodell 20Da

Seit kurzer Zeit bietet Canon ein Sondermodell der EOS 20D an, die EOS 20Da. Zwei Ausstattungsdetails der Kamera erleichtern dem Astrofotografen die Arbeit: Zum einen lässt der Infrarot-Sperrfilter vor dem Kamerachip der 20Da mehr rotes Licht der so genannten H-Alpha-Linie durch. Dieses wird von vielen Wasserstoffnebeln im All ausgestrahlt. Die 20Da ist gegenüber der 20D in diesem Bereich des Spektrums empfindlicher, was kürzere Belichtungszeiten ermöglicht. Erste Messungen ergaben eine Empfindlichkeitssteigerung von mindestens fünfzig Prozent.

Zweiter Vorteil: Das TFT-Display auf der Kamerarückseite lässt sich bei der 20Da auch zum Scharfstellen benutzen. Hierfür verfügt die Kamera über eine neue Funktion, bei der bei hochgeklapptem Spiegel gewissermaßen

Deutlich gesteigerte Rotempfindlichkeit zeigt das mit der 20Da gewonnene Bild (rechts) im Vergleich zur 20D-Aufnahme des Zirrusnebels (links).

einen um neunzig Grad gedrehten Einblick, dadurch erreichen Sie bei senkrecht nach oben gerichteter Kamera den Sucher besser. Alternativ hilft Ihnen Software beim Scharfstellen. Dazu benötigen Sie jedoch einen Computer oder Laptop am Aufnahmeort. Bereits mit der mitgelieferten Software können Sie in kurzen Zeitabständen Bilder machen und diese stark vergrößert auf dem Bildschirm Ihres Rechners anschauen.

Vorteil Fokus

So lässt sich der exakte Schärfepunkt sicher bestimmen, auch wenn diese Prozedur zeitaufwändig ist. Weitaus komfortabler ist die speziell für diesen Zweck vorgesehene Software »DSLRFocus«, die es bis jetzt aber nur in Englisch gibt (www.dslrfocus.com) und für deren Benutzung Sie eine Lizenz (Kosten: 45 Dollar) erwerben müssen. Das Programm wertet die Sternabbildung während des Scharfstellens aus und zeigt Messwerte an, die die Qualität des Fokus exakt beschreiben.

Gerade beim Fokussieren wird ein Vorteil der Digitalkameras besonders offensichtlich: die Bildkontrolle über das eingebaute Display auf der Rückseite unmittelbar nach der Aufnahme. Sie können sich das Bild auch vergrößert anzeigen lassen und die Schärfe somit genauer beurteilen. Allerdings müssen Sie dabei die Bedienelemente der Kamera berühren, was bei weniger stabilen Okularauszügen wiederum den Fokus verändern kann. Das Sondermodell EOS 20Da wartet mit der Möglichkeit einer Live-Fokussierung auf dem Display auf (siehe Kasten S. 70).

Für Astroaufnahmen empfiehlt es sich, den automatischen Weißabgleich abzuschalten und stattdessen eine manuelle Einstellung (Tageslicht) zu wählen. Vorteilhaft ist auch die manuelle Spiegelvorauslösung. Diese Funktion findet sich bei allen aktuellen EOS-Modellen im Menü für die individuellen Einstellungen. Drücken Sie den Auslöser einmal, klappt der Spiegel in der Kamera hoch, erst beim zweiten Mal, wenn alle dadurch erzeugten Erschütterungen abgeklungen sind, öffnet sich der Verschluss.

Die interne Rauschunterdrückung können Sie ebenfalls in diesem Menü aktivieren. Sie bewirkt, dass bei Belichtungszeiten über einer Sekunde die Kamera automatisch nach jeder Belichtung mit geschlossenem Verschluss ein Dunkelbild aufnimmt und von der eigentlichen Aufnahme abzieht. Das vermindert bei Langzeitbelichtungen das thermische Rauschen im Bild, kostet aber die Hälfte der Beobachtungszeit, weil das Dunkelbild genauso lange »belichtet« wird wie die eigentliche Aufnahme.

Ein weiterer Vorteil digitaler Kameras ist die freie Wahl der Empfindlichkeit für jede Aufnahme (Iso-Einstellung), die bei konventionellen Apparaten nur über einen Filmwechsel realisierbar war. Zwar sollte man meinen, dass für lichtschwache astronomische Objekte eine möglichst hohe Iso-Einstellung sinnvoll ist, doch die hat ihren Preis. Die EOS 20D bietet eine maximale Empfindlichkeit von Iso 3200. Während bei Filmen eine so hohe Empfindlichkeit zu grobkörnigen Bildern führt, nimmt bei Digitalkameras das elektronische Bildrauschen zu. Daher gilt es, zwischen hoher Empfindlichkeit auf der einen und möglichst wenig Bildrauschen auf der anderen Seite einen Kompromiss zu finden. Meine Empfehlung: Starten Sie mit der Einstellung Iso 400 oder Iso 800.

Korrekturen bei der Nachführung

Nachdem die Belichtung begonnen hat, können Sie über einen Punkt milde lächeln, der Ihnen bei der Arbeit mit Filmen vielleicht immer Kopfzerbrechen bereitet hat: Diese haben nämlich die unangenehme Eigenschaft, nicht ganz plan zu liegen und sich während der Belichtungszeit nach vorne zu wölben, was zu Unschärfen in den Aufnahmen führt. Der Bildchip einer Digitalkamera kennt dieses Problem nicht.

Doch auch hier müssen Sie darauf achten, dass Ihr Fernrohr während der Belichtungszeit den Sternen gleichmäßig und exakt folgt. Kaum eine Montie- >

Eine Gruppe Sonnenflecken
nahe dem Sonnenrand, aufgenommen Mitte Juli 2005 mit einer Canon EOS 20D. Die Belichtungszeit betrug 1/180 Sekunde bei Iso 100 mit einem Sechs-Zoll-Refraktor.

> rung erledigt diese Arbeit in absoluter Perfektion, sodass Korrekturen notwendig werden. Die einfachste Methode ist, ein zweites Fernrohr (Leitrohr) auf das Hauptinstrument zu montieren und darin einen Stern einzustellen, den Sie durch ein beleuchtetes Fadenkreuzokular betrachten.

Einsatz eines Autoguiders

So entdecken Sie jede Abweichung sehr schnell und können ihr mit der Handbox der elektrischen Nachführung entgegensteuern. Auf Dauer ist diese Tätigkeit sehr ermüdend. Daher lohnt es sich, über die Anschaffung eines Autoguiders nachzudenken, der diese monotone Aufgabe übernimmt. Dieser enthält einen Bildchip, der auf einen Leitstern ausgerichtet wird. In kurzen Abständen kontrolliert der Autoguider ständig die Position des Sterns. Weicht dieser von seiner Sollposition ab, steuert der Autoguider die Montierung in die Gegenrichtung und gleicht somit den Nachführfehler aus.

Bei der Wahl der Belichtungszeit ist es schwierig, konkrete Empfehlungen zu geben. Zu viele Faktoren spielen dabei eine Rolle. Generell gilt: Sie können längere Belichtungen in Erwägung ziehen, wenn

- Sie einen Standort mit dunklem Himmel haben,
- Sie ein schwaches Objekt aufnehmen möchten,
- Ihre Montierung mit Nachführkontrolle längere Belichtungen erlaubt, ohne dass die Sterne zu Strichen verschmieren,
- die Außentemperatur niedrig ist und sich das thermische Rauschen der Kamera dadurch in Grenzen hält.

Bei weniger guten Rahmenbedingungen wählen Sie besser eine kürzere Belichtungszeit und nehmen dafür eine größere Zahl von Bildern auf. Es empfiehlt sich, eine ganze Reihe von Aufnahmen zu machen, die Sie später im Computer zu einem Bild überlagern.

Wenn es um das Aufaddieren geht, sind wir schon beim wichtigen Thema Bildverarbeitung. Unterschätzen Sie diesen Arbeitsschritt nicht, denn er steuert einen enormen Anteil zum Endergebnis bei. Die Rohbilder der Canon EOS 20D können Sie mit dem kostenfrei im Internet erhältlichen Programm Iris oder dem

Gesichtsfelder (Canon EOS 20D)

Brennweite (in mm)	Gesichtsfeld (in Grad)	formatfüllendes Beispielobjekt
100	13 × 8,5	Sternbild Leier
200	6,4 × 4,3	Nordamerika- und Pelikannebel
500	2,6 × 1,7	Orionnebel (M42)
1000	1,3 × 0,9	Plejaden (M45)
1500	0,9 × 0,6	Vollmond, Sonne
2000	0,6 × 0,4	Halbmond, Mondsichel
3000	0,4 × 0,3	Trifidnebel

lizenzpflichtigen Images Plus aufsummieren. Die abschließende Einstellung von Tonwertkurven, Farbbalance, Helligkeit, Kontrast und Schärfe nehmen Sie am besten in einem Bildbearbeitungsprogramm für Fotos vor, etwa Adobe Photoshop (auch die abgespeckte Elements-Version ist geeignet), Corel PhotoPaint oder PaintShop Pro.

In der Praxis hat sich die Canon EOS 20D besonders in folgenden Bereichen bewährt: bei Stimmungsaufnahmen vom Dämmerungshimmel, bei Kurzzeitbelichtungen bei langen Brennweiten (Sonne, Mond, ISS), Aufnahmen von großen Sternfeldern mit kurzzeitigen Ereignissen (Sternschnuppen, Iridium-Flares) und Langzeitbelichtungen von hellen und großen Deep-Sky-Objekten. Weniger zu empfehlen ist sie für Aufnahmen von Planeten, kleinen und lichtschwachen Deep-Sky-Objekten sowie für extrem lang belichtete Sternspuraufnahmen.

Sofortige Bildkontrolle

Gegenüber der althergebrachten Aufnahmetechnik mit Kleinbildkamera und Film bietet die 20D vor allem in der Handhabung enorme Vorteile. Die sofortige Bildkontrolle ist dabei der Wichtigste. Aber auch das weit gehend lineare Verhalten des Bildchips, der bei doppelter Belichtungszeit exakt das doppelte Signal aufzeichnet, ist ein großer Fortschritt. Ein konventioneller Film verliert während einer Langzeitbelichtung einen Teil seiner Empfindlichkeit (Schwarzschildeffekt). Daher zeigt ein zehn Minuten lang belichtetes Astrofoto mit einer 20D mehr Details als ein gleich lang belichtetes Negativ oder Dia. Sehr nützlich ist auch, dass das Bildergebnis sofort in digitaler Form vorliegt und Sie es somit gleich am Computer weiterverarbeiten können.

Dem gegenüber steht, dass der Infrarot-Sperrfilter, der bei der 20D vor dem Bildchip eingebaut ist, leider auch einen Großteil des Lichts blockiert, den rötliche Emissionsnebel wie der Nordamerika- oder der Lagunennebel abstrahlen. Diese Objekte müssen somit sehr lange belichtet werden, damit sie auf dem Foto erscheinen. Da der Bildchip im Gegensatz zu einer speziellen Astro-CCD-Kamera nicht gekühlt wird, nimmt bei langen Belichtungszeiten das thermische Rauschen ab einem bestimmten Punkt überhand. Daher beschränkt sich die maximale Belichtungszeit mit einer digitalen Spiegelreflexkamera auf maximal zehn bis 15 Minuten.

Den direkten Vergleich mit einer Astro-CCD-Kamera verliert die 20D daher, wenn es um die Abbildung sehr lichtschwacher Objekte geht. Allerdings ist sie deutlich preiswerter. Und sie eignet sich – anders als ein spezieller Astroapparat – auch für normale Schnappschüsse. Der Umgang mit einer digitalen Spiegelreflexkamera ist einfacher und ähnelt dem mit einer konventionellen, während eine Astro-CCD-Kamera eine längere Einarbeitungszeit und einen Computeranschluss in der Nähe des Fernrohrs erfordert. Daher kann ich digitale Spiegelreflexkameras wie die Canon EOS 20D bedenkenlos als astrotaugliches Gerät für Ein-, Um- und Aufsteiger empfehlen.

Welche Einschränkungen müssen Sie hinnehmen, wenn Sie sich nicht für das Modell 20D, sondern für die deutlich preiswertere Canon EOS 350D entscheiden? Wenn es nur um die Astrofotografie geht: Keine! Sie verwendet den gleichen Bildchip und offenbar auch die gleiche Elektronik, denn die Bildergebnisse beider Modelle sind praktisch nicht voneinander zu unterscheiden. Geringe Vorteile im Rauschverhalten der 20D bei höchsten Iso-Einstellungen spielen für die Astrofotografie keine Rolle.

20D oder 350D

Doch das Gehäuse der 350D ist kleiner und leichter, es liegt dem einen besser, dem anderen weniger gut in der Hand. Alle wichtigen Ausstattungsmerkmale wie Spiegelvorauslösung, interne Rauschunterdrückung und Bildvorschau sowie -analyse bietet auch die 350D. Ihr Gehäuse besteht aus Kunststoff, das der 20D dagegen aus Metall. Einen programmierbaren Fernauslöser oder Timer bietet Canon für die 350D nicht an. Wenn Sie unschlüssig sind, nehmen Sie einfach beide Kameras in die Hand und entscheiden Sie aus dem Bauch heraus. Einen Fehler machen Sie beim Kauf einer dieser Kameras auf keinen Fall. <<

Stefan Seip schraubt alles an sein Teleskop, was nach einer Kamera aussieht. Für diesen Praxisbericht sind ihm die aktuellen Modelle von Canon in die Hände gefallen.

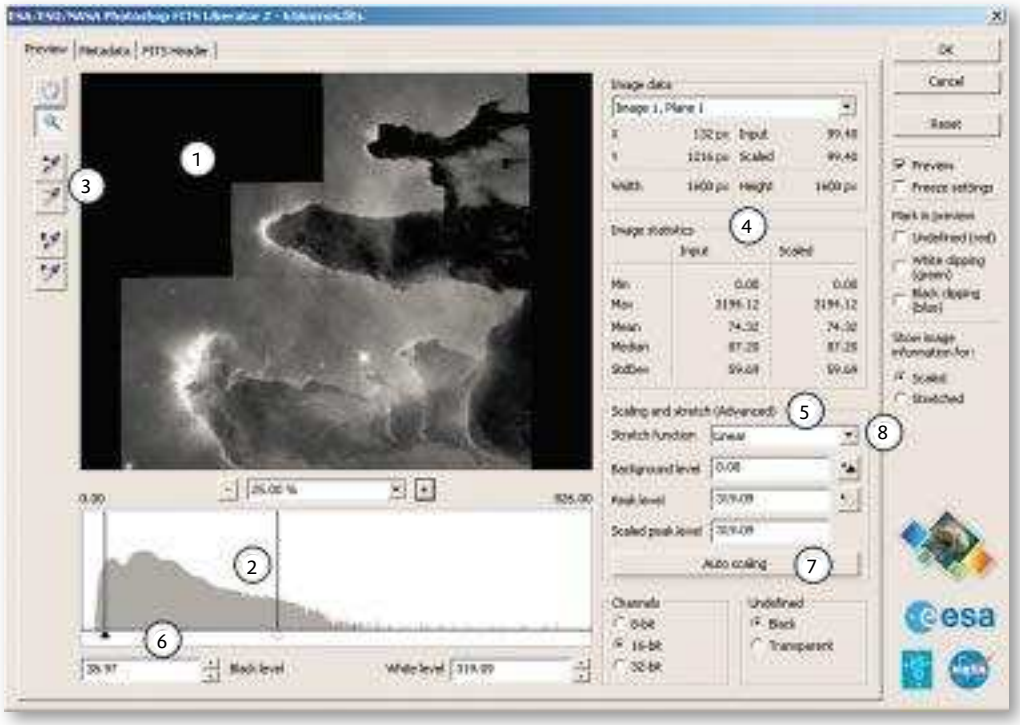
Technische Daten Canon EOS 20D und 350D

	EOS 20D	EOS 350D
Bildsensor (mm)/ Pixelzahl	22,5 × 15	22,2 × 14,8
Pixelzahl	3504 × 2336 (8,2 Megapixel)	3456 × 2304 (8 Megapixel)
kompatible Objektive	EF- und EF-S-Objektive	EF- und EF-S-Objektive
Empfindlichkeit (Iso)	100 – 1600 (auf 3200 erw.)	100 – 1600
Verschlusszeiten (Sek.)	1/8000 – 30	1/4000 – 30
Reihenaufnahmen	bis zu fünf Bilder pro Sekunde	bis zu drei Bilder pro Sekunde
LCD-Monitor (Zoll)/Pixel	1,8 TFT/ 118 000	1,8 TFT/ 115 000
Abmessungen (mm)	144 × 105,5 × 71,5	126,5 × 94,2 × 64
Gewicht (ohne Akku)	690 Gramm	485 Gramm
Preis	1250,–€ (20Da: 2100,–€)	730,–€

Die kleine Schwester der 20D ist die Canon EOS 350D (links). »Klein« bezieht sich dabei auf das Gewicht und die Größe, nicht unbedingt auf die Leistung.

Hubble-Aufnahmen selbst machen

Sie haben ein Lieblingsobjekt und warten seit Jahren vergeblich auf ein Bild von der Eso oder den Weltraumteleskopen Hubble, Chandra oder Spitzer? Erstellen Sie es doch einfach selbst – mit dem Photoshop Fits Liberator! **>> Oliver Dreissigacker**



Der Trick mit den Ebenen

Jedes Bild besteht aus mehreren Schichten, die Aufnahmen bei verschiedenen Wellenlängen enthalten. Erst die Überlagerung aller »Layers« ergibt die typischen Farbbilder.

Bilddatenbanken sind bei den Profiastronomen ein großes Thema. Damit Aufnahmen von möglichst vielen Wissenschaftlern verwendet und ausgewertet werden können, hat man sich auf verschiedene Standards geeinigt. Einer davon ist das Dateiformat, in dem die Bildinformationen seit 1982 abgelegt werden. Es heißt Fits, das steht für Flexible Image Transport System. Um diese Daten auch Laien zugänglich zu machen, hat ein Team aus Mitarbeitern der Esa, der Eso und der Nasa ein Modul programmiert, das es dem Bildbearbeitungsprogramm Adobe Photoshop erlaubt, das Dateiformat einzulesen.

Die erste Version des Photoshop Fits Liberator, so der Name dieses kostenlosen »Plug-in«, wurde vor etwa einem Jahr im Internet veröffentlicht und seither über 50 000-mal heruntergeladen. Die Profis sind vom Liberator derart angetan, dass sie ihn selbst für die Erstellung von Bildern der großen Sternwarten und Weltraumteleskope verwenden.

Voraussetzung für den Gebrauch ist, dass Sie eine Version des Adobe Photoshop besitzen, entweder die Vollversion, oder die kleinere Ausführung Photoshop Elements, die es im Computerhandel für rund achtzig Euro gibt.

Um beispielsweise das Hubble-Jubiläumsbild des Adlernebels nachzubauen (Bildschirmfoto oben), müssen Sie sich zunächst die Einzelaufnahmen aus dem Internet laden. Im Fall von M16 sind es drei. Oben zu sehen ist eine H-Alpha-Schmalbandfilteraufnahme bei 656 Nanometer, die als »Preview« (1) vom Fits Liberator Plug-in angezeigt wird.

Zusätzlich stellt das Programm die Anzahl von dunklen und hellen Bildpunkten dar (2). Mit den Auswahlwerkzeugen (3), den statistischen Angaben (4) und den Skalierungsfunktionen (5) kann man den Bereich von Helligkeitswerten festlegen (6), bei dem die meisten Details der Aufnahme zu Tage treten.

Dabei ist die Funktion »Auto scaling« (7) hilfreich, sie schlägt auch eine »Stretch Function« (8) vor, mit der der Helligkeitsverlauf des Bilds an lineare, Exponential- oder Wurzelfunktionen angepasst werden kann. Damit lässt sich verhindern, dass helle Bereiche überbelichtet werden oder dunkle Bereiche zu wenig Kontrast bekommen.

Gerade in diesem Bereich schlagen die Verbesserungen der neuen Version 2 des Liberator zu Buche. Im Gegensatz zum ersten Release unterstützt die neue Fassung 32-Bit-Daten und kann bis zu vier Millionen Graustufen verarbeiten. Auch ist jetzt die Erstellung von riesigen Mosaiken mit bis zu 500 Megapixel möglich.

Wie all das genau gemacht wird, können Sie in einem 42-seitigen PDF-Handbuch nachlesen, leider nur auf Englisch. Doch schon alleine durch »herumspielen« mit diesem Gratistool werden Sie astronomische Bilder bald mit ganz anderen Augen sehen. Probieren Sie es! <<

AH-Redakteur **Oliver Dreissigacker** erwarb Photoshop im Paket mit seiner Digitalkamera.

Weblinks:

www.spacetelescope.org/projects/fits_liberator/ (Download, Anleitungen, Demos u. v. m.)

ALLE FOTOS: NIGHT SKY, C. M. UTTER

Totales Chaos? Wenn Sie es ein paar Mal geübt haben, wird selbst das Umschwenken mit Ihrer parallaktischen Montierung bald zur Routine.

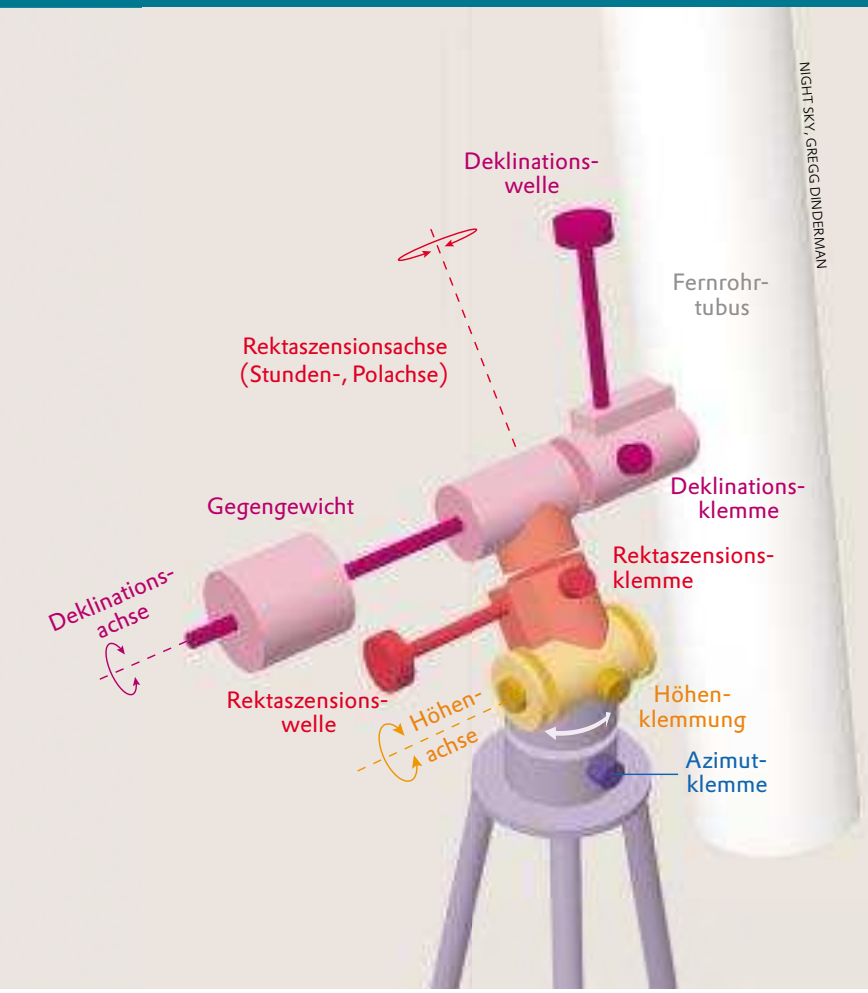
Die parallaktische Montierung im Griff

Die parallaktische oder äquatoriale Montierung erleichtert es Ihnen, Objekte über den Himmel zu verfolgen. **>> Alan Dyer**

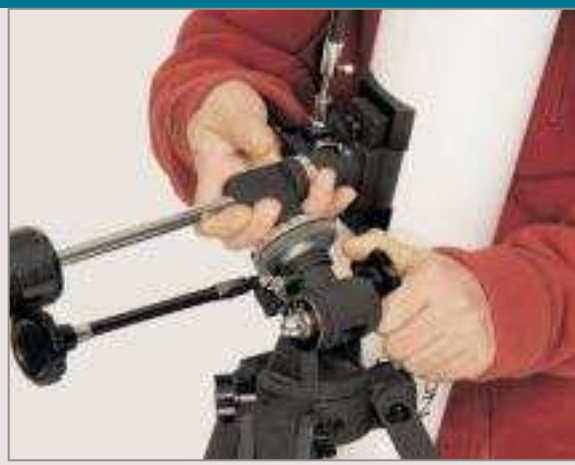
Heutzutage, im Hightechzeitalter, glauben manche, dass es einer ungeheuren Rechenleistung bedarf, um ein Fernrohr den Sternen nachzuführen oder dass sich das Teleskop den zu beobachtenden Himmelskörper irgendwie suchen muss. Zwar bedient sich unser Hobby solcher Technik, aber um ein Objekt in der Gesichtsfeldmitte zu halten, brauchen Sie nicht mehr als eine sauber ausgerichtete parallaktische (äquatoriale) Montierung und einen Motor, der Ihr Fernrohr mit der richtigen Geschwindigkeit der scheinbaren Drehung des Himmels angleicht. Selbst wenn Sie eine parallaktische Montierung ohne Motor nutzen, können Sie mit Ihrem Teleskop einem Himmelsobjekt einfach folgen, indem Sie von Zeit zu Zeit an einem Knopf drehen.

Der Himmelsdrehung entgegen

Die Bezeichnung »äquatorial« leitet sich aus der Tatsache ab, dass sich das Fernrohr parallel zum Äquator um eine Achse der Montierung schwenken lässt. So können Sie durch langsames Drehen in entgegengesetzter Richtung die Erdrotation ausgleichen. Die am häufigsten verwendete Alternative ist die azimutale Montierung, die sich nach oben und unten (Höhe) sowie nach rechts und links (Azimut) bewegen lässt. Das sieht zwar einfacher aus, doch solche Geräte müssen Sie gleichzeitig in beiden Achsen bewegen, damit das Objekt in der Mitte des Gesichtsfelds bleibt. Bei hohen Vergrößerungen ist das unpraktisch, Astrofotografie beispielsweise lässt sich so nicht betreiben. Manche azimutalen Montierungen gleichen die Himmelsdrehung mit computergesteuerten Motoren an beiden Achsen automatisch aus. Das jedoch macht sich deutlich im Preis bemerkbar.



NIGHT SKY, GREGG DINDERMAN



Im Aufbau ähneln sich fast alle Deutschen Montierungen (siehe Grafik), doch in der Bedienung gibt es Unterschiede: So müssen Sie bei der leichten Montierung eine Klemmschraube lösen und mit der anderen Hand die Montierung kippen, um die Höhe einzustellen (rechts oben). Bei der schweren Montierung dienen zwei sich gegenüberliegende Schrauben zur Grob- und Feinjustage (rechts unten).

Die bequeme Nachführung einer parallaktischen Montierung hat ebenfalls ihren Preis, der sich allerdings nicht in Euro, sondern in der Verwirrung bemisst, den diese Vorrichtung anfangs bei den meisten Menschen stiftet. Äquatoriale Montierungen besitzen nicht zwei, sondern vier verschiedene Achsen, von denen sich einige feinjustieren oder klemmen lassen und andere sogar beides. Daraus resultieren viele Drehknöpfe, Hebel und Schrauben – kein Wunder, dass die Benutzer irritiert sind! Lassen Sie uns also diese ganzen drehbaren Teile entwirren und die parallaktische Montierung entmystifizieren.

Es gibt viele verschiedene Formen von äquatorialen Montierungen, aber wir behandeln hier nur die gängigste Bauweise: die Deutsche Montierung, erkennbar an dem schweren Gegengewicht auf der Seite gegenüber dem Tubus. Die weiteren Typen sehen anders aus, funktionieren aber auf die gleiche Weise. Fast alles, was Sie hier erfahren, gilt für sämtliche parallaktischen Montierungen.

Zwei ihrer vier Achsen benutzen Sie nur einmal während einer Beobachtungsnacht: beim Aufbau. Die Höhenachse müssen Sie sogar nur ein einziges Mal justieren, und zwar dann, wenn Sie sie auf den Breitengrad des Beobachtungsorts einstellen. Danach fassen Sie sie nicht mehr an, bis Sie an eine andere geografische Breite reisen.

Erste Ausrichtversuche

Das erste Mal bauen Sie Ihr Teleskop mit parallaktischer Montierung am besten bei Tageslicht auf. Wenn Sie sich nicht sicher sind, auf welcher Breite Sie sich befinden, nehmen Sie eine Karte zur Hand. Der Wert muss nicht hundertprozentig genau sein, es genügt eine Angabe für die nächste größere Stadt. Danach suchen Sie die Drehachse am oberen Ende des Stativs (siehe Grafik oben), um die Sie das komplette Teleskop auf- und abwärts schwenken können. Möglicherweise gibt es dort eine Skala von null bis neunzig Grad, die einem Winkelmesser ähnelt. Wenn nicht, sollten Sie Ihre geografische Breite schätzen und grob einstellen.

Die verschiedenen Montierungsmodelle haben jeweils etwas andere Mechanismen für die Einstellung und Klemmung der Höhenachse, zwei gängige Verfahren sind oben rechts dargestellt. Zu beachten ist, dass sich insbesondere schwere und leichte Montierungen in der Handhabung prinzipiell unterscheiden – Letztere sind meist einfacher zu bedienen. In jedem Fall sollten Sie am Ende sicherstellen, dass Sie sämtliche Schrauben wieder gut angezogen haben, denn die Höhenachse muss das gesamte Gewicht Ihres Fernrohrs tragen.

Wenn Sie nachts über mehrere Stunden beobachten, werden Sie feststellen, >

Rundherum drehen lässt sich Ihr Gerät, wenn Sie bei der leichten parallaktischen Montierung die Azimutklemme gelöst haben. Bei der schweren Montierung richten Sie das mit »N« markierte Bein nach Norden aus, bevor Sie Feinkorrekturen vornehmen.

> dass die Sterne sich scheinbar in Kreisen um den Polarstern bewegen (siehe »Der Polarstern – Drehpunkt am Himmel«, AH 9/2005, S. 30). Um ihnen mit einer parallaktischen Montierung zu folgen, muss die Polachse (Stundenachse) auf den Mittelpunkt dieser Kreise zeigen. Sie haben dazu bereits den ersten Schritt getan, als Sie die Höhenachse auf Ihre geografische Breite eingestellt haben, denn diese entspricht dem Winkel zwischen dem Polarstern und dem Horizont. Wenn Sie das Fernrohr in unebenem Gelände aufbauen, bringen Sie die Stativbeine auf die richtige Länge, damit die Grundplatte der Montierung waagerecht steht.

Wie bei der Höhenachse unterscheiden sich die Mechanismen für die Justage der Polachse in Links-rechts-Richtung (Azimut) von Montierung zu Montierung. Einige preiswerte Ausführungen haben überhaupt keine Azimutachse: Hier müssen Sie das komplette Stativ so hinstellen, dass die Stundenachse nach Norden zeigt. Bei anderen Modellen lässt sich die Montierung auf dem Stativ drehen, wenn Sie die richtige Klemmschraube gelöst haben (siehe Bild oben links). Stellen Sie wiederum sicher, dass Sie alle relevanten Knöpfe festgeklemmt haben, wenn Sie fertig sind.

Für eine gelegentliche visuelle Beobachtung muss die Stundenachse nur ungefähr in die Richtung des Polarsterns zeigen. Das erreichen Sie mit einer Genauigkeit von ein paar Grad, indem Sie das Fernrohr so lange um die Deklinationsachse drehen, bis der Tubus parallel zur Stundenachse steht (wie auf der gegenüberliegenden Seite dargestellt). In dieser Position sind Fernrohre meist in Anzeigen abgebildet, beim Beobachten kommt sie aber nur selten vor. Dann müssen Sie Höhe und Azimut so lange verändern, bis der Polarstern in der Mitte des Suchers steht.

Notfalls hilft ein Kompass

Falls der Blick auf den Polarstern durch einen Baum oder ein Haus verstellt ist oder wenn Sie ihn nicht sehen können, weil der Himmel noch zu hell ist, hilft Ihnen ein Kompass dabei, die Nordrichtung festzulegen. Das ist allerdings kein sehr genaues Verfahren, weil sich der magnetische und der geografische Norden unterscheiden, doch es genügt für die meisten Zwecke.

Wenn allerdings der Nachführmotor die Objekte stundenlang in der Mitte des Okulars halten soll oder Sie lang belichtete Astroaufnahmen machen möchten, muss die Ausrichtung genauer erfolgen. Daher erlauben die meisten hochwertigen parallaktischen Montierungen Feinbewegungen an der Grundplatte, die auf dem Stativ sitzt. Mit einer Justiermöglichkeit können Sie die komplette Montierung nach links und rechts drehen (in Azimut), um die Stundenachse genau nach Norden auszurichten. Die andere Stellschraube neigt die Polachse nach oben oder unten (in Höhe).

Um die genaue Einstellung zu erleichtern, haben einige Montierungen ein zusätzliches Sucherfernrohr in die Polachse integriert. Schauen Sie durch dieses Sucherfernrohr (den Polsucher) hindurch: Sie werden eine Orientierungshilfe erkennen, die Ihnen zeigt, wo der Polarstern stehen muss, damit der rund ein Grad entfernte Himmelspol genau in der Mitte liegt.

Die Feinbewegungen in Azimut und Höhe dienen ausschließlich dazu, die Stundenachse auf den Polarstern auszurichten. Ist dies erledigt, bleiben diese Justierungen unverändert. Fassen Sie die Knöpfe während der Nacht nicht mehr an und vermeiden Sie, das komplette Fernrohr zu versetzen, wenn Sie es auf ein neues Objekt einstellen. Sonst geht die Ausrichtung auf den Pol verloren: Die Montierung lässt sich nicht mehr der Himmelsdrehung nachführen – und dafür haben Sie sie ja ursprünglich gekauft. Achten Sie auch darauf, nicht gegen das Stativ zu stoßen.

Und falls Sie Ihre Montierung auf eine Reise mitnehmen wollen? Wenn Sie nach

Zuverlässiges Nachführen übernimmt der Motor (in dem rechteckigen schwarzen Gehäuse) für Sie – vorausgesetzt, Sie haben das Teleskop richtig nach Norden ausgerichtet.

Osten oder Westen reisen, müssen Sie an den Einstellungen nichts verändern. Reisen Sie aber eine lange Strecke nach Norden oder Süden, ändert sich Ihre geografische Breite. Daher müssen Sie den Winkel der Stundenachse an die neue geografische Breite anpassen – entweder unter Verwendung der Feinjustage oder indem Sie die große, zentrale Schraube lösen, die Sie beim Zusammenbau eingestellt hatten. Der Nachführmotor wird hingegen wie immer arbeiten, weil sich die Erde in Flensburg und München mit derselben Geschwindigkeit dreht!

Schwenken und Umschlagen

Nachdem Sie nun die Polachse ausgerichtet haben, ist es an der Zeit, sich mit den Steuerelementen der Montierung vertraut zu machen, mit denen Sie das Teleskop in die verschiedenen Himmelsrichtungen drehen und mit denen es sich nachführen lässt. Die eine Bewegung erfolgt nach Osten oder Westen um die Stundenachse (die Richtung am Himmel, die als Rektaszension bezeichnet wird); die andere geht von Norden nach Süden:

Parallel zur Stundenachse steht der Tubus, während Sie ihn ausrichten. Schauen Sie durch den Sucher und verändern Sie die Feineinstellungen für Höhe und Azimut, bis sich der Polarstern im Fadenkreuz befindet.

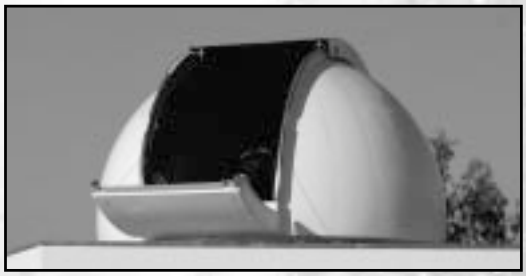
in Deklination. Beide Achsen sind mit Klemmen, Schneckentrieben und eventuell mit Elektromotoren ausgerüstet. Wenn Sie herausgefunden haben, was wozu dient, können Sie zu Ihrer besseren Orientierung Markierungen an den Steuerelementen anbringen.

Um das Fernrohr auf einen völlig anderen Himmelsbereich zu schwenken, müssen Sie die Rektaszensions- und Deklinationsklemmen lösen. Seien Sie beim ersten Mal vorsichtig: Schlägt das Teleskop weit aus, muss es erst wieder ins Gleichgewicht gebracht werden. Wenn Sie die Klemmen öffnen, kuppelt dies sowohl die Feinbewegungen als auch den Motor aus. Sie können das Teleskop also am Tubus ergreifen und in eine beliebige Richtung bewegen. >

Große Auswahl, kompetente Beratung, guter Service!

Aber damit geht es bei uns erst los! Bevor wir zu einem bestimmten Kauf raten, wollen wir sicher sein, Ihnen auch wirklich das Optimum des Verfügbaren in Bezug auf Ihre Bedürfnisse, Größe, Transportabilität, Qualität und Preis aus der Vielzahl der Marktanbieter herausgesucht zu haben. Wir stellen auf Wunsch das Instrument nicht nur auf, sondern wir weisen ein, beraten beim Zubehör, geben Ihnen Beobachtungstipps, ja wir beobachten auf Wunsch sogar mit Ihnen, um Ihnen den Einstieg in Ihr neues Hobby so angenehm und so einfach wie nur möglich zu machen.

Und wenn's denn eine eigene Sternwarte sein soll, haben wir auch die passenden Beobachtungs-Kuppeln dazu. Von 2,3m über 3,2m bis 4m als preisgünstige Standardmaße und darüberhinaus als Sonderanfertigung bieten wir unsere Kuppeln nun bereits seit vielen Jahren in Europa an. GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) als aus dem Bootsbau bekanntes und bewährtes Material bietet sich für Kuppeln ideal an. Unsere GFK



Astro-Kuppeln sind mehrteilige, verwindungssteife und formschöne Kuppelkonstruktionen aus Glasfaser-Polyesterkunststoff mit einem Kopfüber-Schiebetor und einer Ausstell-Horizontklappe (Größen ab 5m können alternativ mit seitlich verschiebbaren Toren hergestellt werden – wie zB. „Mount Palomar").

Profitieren Sie von der über 20-jährigen Erfahrung unserer Mitarbeiter, sprechen Sie mit unseren Fachkräften und vereinbaren Sie einen unverbindlichen Beratungstermin in unserem Ausstellungsraum. Wir freuen uns darauf, Sie bei uns begrüßen zu dürfen!

Viele weitere interessante Produkte sowie eine aktuelle Schnäppchenliste mit günstigen Angeboten finden Sie im Internet unter **www.astrocom.de**!

ASTROCOM

ASTROCOM GmbH/Abt. 3 • Lochhamer Schlag 6
D-82166 GRÄFELFING bei MÜNCHEN
☎ ☺ (089) 8583 660 • Fax (089) 8583 6677
eMail: service@astrocom.de • www.astrocom.de

> Zunächst kann es so aussehen, als würden Sie mit der Montierung einen Ringkampf machen. Aber es wird nicht lange dauern, bis Sie das Bewegen des Fernrohrs verinnerlicht haben. Nehmen Sie in Gedanken immer die Perspektive des Himmels ein, nicht die des Bodens: Die Deklinationsachse bewegt das Fernrohr auf den Polarstern zu oder von ihm weg, während die Rektaszensionsachse (Polachse, Stundenachse) das Teleskop in Kreisen um Polaris dreht.

Jetzt sind Sie so weit, dass Sie mit dem Beobachten beginnen können. Doch wenn Sie das Fernrohr von Objekt zu Objekt schwenken, stoßen Sie irgendwann mit dem Tubus gegen das Stativ. Damit haben Sie die Einschränkung der Deutschen Montierung entdeckt. Wenn Sie einem Stern vom Ost- zum Westhimmel folgen, steht irgendwann das Stativ dem Tubus im Weg, und er lässt sich nicht weiter nachführen.

Um das Problem zu lösen, sollten Sie sich zunächst eine feste Linie vorstellen, die vom Nordpunkt durch den Polarstern und über Sie hinweg bis zum Südhorizont verläuft. Das ist der Meridian. Beobachten Sie mit einer Deutschen Montierung etwas östlich des Meridians, sollte der Tubus auf der Westseite der Montierung liegen – und umgekehrt.

Verfolgen Sie ein Objekt über den Meridian hinweg, müssen Sie das Teleskop von der einen zur anderen Seite umschlagen. Dazu müssen Sie das Fernrohr in beiden Achsen bewegen, wie in der Bildreihe oben zu sehen ist. Auf den ersten Blick sieht es wie ein wilder Tanz aus, sodass Sie das Umschlagen anfangs besser zu Hause üben sollten. Haben Sie es erst einmal geschafft, liegt das Fernrohr auf der anderen Seite der Polachse und zeigt auf denselben Punkt am Firmament wie zuvor. Bei manchen Bauarten gibt es allerdings so genannte tote Punkte am Himmel, die sich nicht erreichen lassen, egal, wie Sie den Tubus umschlagen.

Neben Tubus und Stativ können auch andere Teile der Montierung zusammenstoßen. Wenn beispielsweise die Feinbewegungen über lange Wellen erfolgen, müssen Sie gelegentlich eine entfernen und auf der anderen Seite der Achse wieder neu befestigen. Und wenn die Motoren in Ihrer Montierung in vorstehenden Gehäusen stecken, müssen Sie darauf achten, dass sie beim Bewegen des Teleskops nicht miteinander oder mit anderen Bedienelementen kollidieren.

Sie werden feststellen, dass das Okular Ihres Teleskops manchmal in ungüns-

Verschieben Sie das Gegengewicht entlang seiner Stange, bis sich das Fernrohr in Rektaszension im Gleichgewicht befindet. Für die grobe Ausrichtung in Deklination bewegen Sie den Tubus vorsichtig in den Rohrschellen. Etwas feiner variieren lässt sich die Höhe mit der Schwalbenschwanzkupplung.

Steht das Stativ dem Tubus im Weg, drehen Sie diesen um 180 Grad in Rektaszension und dann so weit in Deklination, bis er wieder auf die ursprüngliche Stelle des Himmels zeigt. Anschließend beobachten Sie einfach weiter!

tigen Positionen zu liegen kommt. Wenn es am Ende des Tubus in einem Zenitprisma steckt, können Sie das Problem lösen, indem Sie das Zenitprisma drehen. Besitzen Sie einen Newton-Reflektor, müssen Sie dagegen den ganzen Tubus in seinen Ringen beziehungsweise seiner Wiege drehen. Stellen Sie ihn waagrecht, bevor Sie dies tun, sonst rutscht er Ihnen womöglich beim Drehen nach unten.

Leicht wieder einzufangen

Wenn Sie Ihr Ziel im Sucher sehen, ziehen Sie die Klemmen an und zentrieren Sie das Objekt über die Feinbewegungen auf das Fadenkreuz. Ist der Sucher sauber justiert, sollte es anschließend im Okular des Teleskops sichtbar sein. Wenn Sie sich unsicher sind, wählen Sie am besten zunächst das Okular mit der geringsten Vergrößerung (das mit der größten Zahl). Sein großes Gesichtsfeld erleichtert das Auffinden und Zentrieren des Objekts.

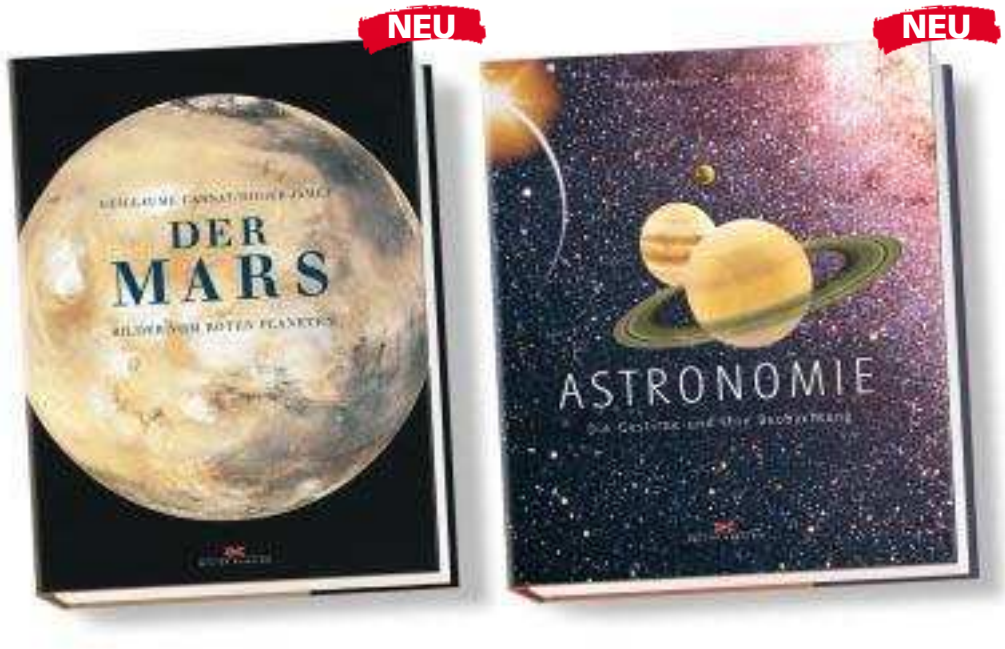
Eine motorisierte Montierung sollte dann Ihr Wunschobjekt zuverlässig nachführen, während es sich über den Himmel bewegt. Surrt der Motor, aber das Fernrohr bewegt sich nicht, überprüfen Sie nochmals, ob alle Klemmen fest angezogen sind. Wenn die Ausrichtung auf den Polarstern nicht perfekt ist, müssen Sie die Stellschrauben gelegentlich etwas drehen, damit das Objekt in der Gesichtsfeldmitte bleibt – oder verwenden Sie die Knöpfe der Handsteuerung für den Motor.

Besitzt die Montierung keine Motoren, müssen Sie den Rektaszensionswelle alle paar Minuten drehen, um den Himmelskörper in der Mitte zu halten. Aber selbst wenn Sie eine Pause machen und das Objekt weit aus dem Gesichtsfeld herauswandern lassen, können Sie es durch die Drehung dieses einen Knopfs jederzeit wieder aufsuchen.

Sehen Sie – es ist wirklich alles viel einfacher, als es die vielen Knöpfe und Klemmen auf den ersten Blick befürchten lassen. Und wenn Sie erst einmal ein paar Nächte unterm Sternhimmel in Ihrem Garten geübt haben, werden Sie Ihre parallaktische Montierung wie ein Profi bedienen. <<

Alan Dyer konzipiert Ausstellungen im Calgary Science Centre. Hin und wieder testet er Geräte für Sky & Telescope.

Die Geheimnisse des Universums



Jetzt im Buch- und Fachhandel

Der Mars, wie ihn keiner kennt

Die unglaubliche Reise zum Mars in mehr als 100 außergewöhnlichen Bildern. Mit jedem Bild, das die Mars-Sonden zur Erde funkten, kommt uns der rote Planet näher und offenbart schrittweise seine Geheimnisse und Schönheiten. Lesenswerte Texte geben eine Überblick über den aktuellen Stand der Forschung.

Guillaume Cannat / Didier Jamet

Der Mars
Bilder vom roten Planeten
128 Seiten, 86 Farb- u. 30 S/W-Fotos, 50 farbige Abbildungen, 1 Karte, Format 26 x 34,5 cm, geb.
€ **22,-** [D]
ISBN 3-7688-1678-8

Den Sternen auf der Spur

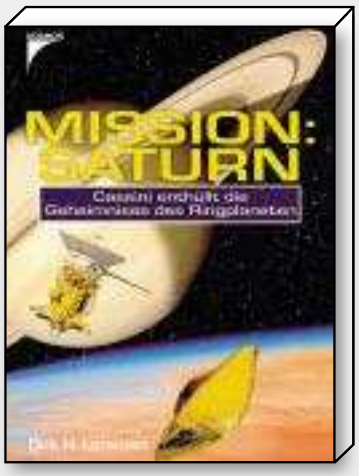
Allgemeinverständlich erklärt: Beobachtungen und Theorien – von den Astronomen des Altertums bis heute. Anleitungen zur Nutzung von Teleskopen und Sternkarten, Detailkarten der wichtigsten Himmelsobjekte und ein Abriss über die Einrichtung einer Amateur-Sternwarte runden dieses Buch ab.

Margaret Penston / Ian Morison

Astronomie
Die Gestirne und ihre Beobachtung
192 Seiten, 37 Farbfotos, 119 Farb- u. 20 S/W-Abbildungen, 19 Sternkarten, Format 26,5 x 32 cm, geb.
€ **19,90** [D]
ISBN 3-7688-1656-7

DELIUS KLASING

InfoLine 0521/55 99 55 · Fax 0521/55 91 14 · www.delius-klasing.de/shop



Dirk H. Lorenzen

Mission: Saturn
Cassini enthüllt die Geheimnisse des Ringplaneten

Kosmos-Verlag, Stuttgart 2005
142 Seiten, zahlreiche Illustrationen
ISBN 3-440-10257-2
19,95 €

Flug zum Ringplaneten

Dirk Lorenzen, Wissenschaftsjournalist und Buchautor, widmet sich in »Mission: Saturn« der amerikanisch-europäischen Cassini/Huygens-Mission zum Ringplaneten und seinen Monden. Er beleuchtet hierbei die Vorgeschichte der Expedition, schildert ihren Verlauf und beschreibt die wissenschaftlichen Experimente sowie deren erste Ergebnisse.

Dabei kommen zahlreiche Personen zu Wort, die in verantwortlichen Positionen an dem Vorhaben beteiligt sind oder waren – Missionsleiter, Wissenschaftler und Persönlichkeiten der großen Weltraumorganisationen. Informationen über das Saturnsystem runden das Buch ab. Ergänzt wird der Text durch viele farbigen Abbildungen, die eine anschauliche Vorstellung des Beschriebenen vermitteln.

Der Band ist informativ, nützlich und jedem zu empfehlen, der sich für Raumfahrt im Allgemeinen und für die Cassini/Huygens-Mission im Speziellen interessiert.

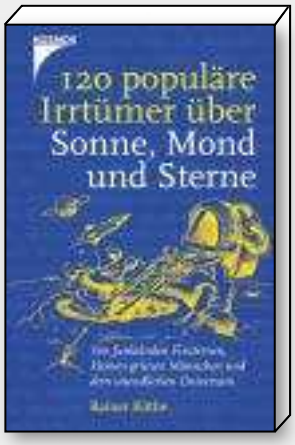
Auch diejenigen, die vor allem etwas über die Beschaffenheit ferner Welten erfahren möchten, kommen nicht zu kurz: Was Lorenzen zum Saturn, seinen Monden und seinem Ringsystem zusammengetragen hat, ist aufschlussreich, aktuell und gibt dem Leser eine plastische Vorstellung.

Dem Autor ist seine Begeisterung für die Raumfahrt deutlich anzumerken. Seinen Überschwang werden viele teilen, andere wiederum nicht. Denn stellenweise lassen seine Texte die kritische Distanz vermissen, die bei Milliardenprojekten wie diesem grundsätzlich angeraten ist – bei allem Respekt vor den damit verbundenen wissenschaftlich-technischen Leistungen.

»Mission: Saturn« ist ein gutes Buch und wird vor allem Raumfahrtenthusiasten begeistern. >> Frank Schubert

Alle rezensierten Bücher können Sie bei wissenschaft-online bestellen

Internet: www.science-shop.de
per E-Mail: shop@wissenschaft-online.de
telefonisch: 06221 9126-841
per Fax: 06221 9126-869



Rainer Köthe

120 populäre Irrtümer über Sonne, Mond und Sterne
Von funkelnden Fixsternen, kleinen grünen Männchen und dem unendlichen Universum

Kosmos-Verlag, Stuttgart 2005
159 Seiten mit 55 Abbildungen (Cartoons)
ISBN 3-440-10182-7
12,95 €

Falsch gedacht

Fragen nach dem Unterschied zwischen Abend- und Morgenstern oder über die Existenz von Kanälen auf dem Mars habe sich schon viele Astronomieinteressierte gestellt. Rainer Köthe hat in seinem Buch 120 derartige Fragen nach vermeintlich astronomischen Sachverhalten gesammelt, die sich im Lauf der Zeit bei näherer Betrachtung als Irrtümer erwiesen. Bei der Themenauswahl legt der Autor den Schwerpunkt auf die Astronomie, aber auch Fragen nach Außerirdischen und Sternzeichen werden nicht ausgeklammert.

So erklärt er beispielsweise bei der Frage nach dem Sternmuster Großer Wagen, dass dies trotz seiner hellen Sterne und markanten Anordnung kein eigenes Sternbild, sondern Teil des Großen Bären ist.

Immer wieder wird behauptet, die Sonne sei an ihrer Oberfläche am heißesten. Erst mit dem Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik konnten Wissenschaftler belegen, dass die Temperatur im Sonneninnern deutlich höher ist.

Alle 120 Irrtümer werden vorgestellt, wobei der Autor je nach Thema auf die Entstehungsgeschichte, die Mythologie oder auf die physikalischen Zusammenhänge hinweist. Die dazu passenden Cartoons laden zum Durchblättern und zum Lesen ein.

Das Buch will vor allem Jugendliche erreichen, die mit der Astronomie in Kontakt gekommen sind und jetzt mehr über die Hintergründe erfahren möchten. Dabei vermittelt es mit seinem unterhaltsamen und kurzweiligen Stil wichtige wissenschaftliche Zusammenhänge und regt zu einer intensiveren Beschäftigung mit der Materie an. >> Stefan Ueberschaer

Astronomie

Einsteigerbücher jetzt zum reduzierten Preis!!

ELSEVIER
SPEKTRUM AKADEMISCHER VERLAG

Bestellen können Sie

- telefonisch: (0 70 71) 93 53 69
- per Fax: (0 62 21) 912 63 38
- per mail: bestellung@elsevier.de

www.elsevier.de

Früher € 20,– jetzt nur € 14,50!

2003. 332 S., 26 s/w Abb., geb.
€ 14,50; ISBN 3-8274-1409-1

Jürgen Blunck (Hrsg.)
Wie die Teufel den Mond schwärzten
Der Mond in Mythen und Sagen

Wie die Teufel den Mond schwärzten und seine makellose Oberfläche mit dunklen Flecken überzogen, und welche unheilvollen Pläne sie hatten, um die irdischen Nächte in vollständige Finsternis zu versetzen, das erfährt der Leser in dieser Sammlung der Mondmythen.

Früher € 25,– jetzt nur € 19,50!

Kristian Schlegel
Vom Regenbogen zum Polarlicht
Leuchterscheinungen in der Atmosphäre

! Pressestimme
„Und so hat der Leser in diesem Buch reichlich Gelegenheit, sich am gelungenen und teilweise atemberaubend schönen Bildern zu erfreuen. (..) er [der Autor] schafft es, mit einer einfachen und verständlichen Sprache den Leser zu fesseln. Ein im besten Sinne des Wortes himmlisches Buch."
Sirius

2. Aufl. 2001, 180 S., 78 Abb., geb.
€ 19,50; ISBN 3-8274-1174-2

Früher € 30,– jetzt nur € 24,50!

2003. 232 S.,
253 Abb., geb.
€ 24,50
ISBN 3-8274-1378-8

Volker Kasten
Von den Sternen zu den Galaxien
Die Milchstraße und der Kosmos

! Pressestimme
„(...) Der Leser erfährt, warum der Nachthimmel trotz all der Sterne dunkel ist oder wieso der berühmte Große Wagen in 100 000 Jahren nicht mehr derselbe sein wird. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Erkundung der Milchstraße und anderer Galaxien. Und es gibt Antworten auf die Fragen, wie das Universum entstand und ob es außerirdischen Leben gibt."
Frankfurter Rundschau

Früher € 31,– jetzt nur € 24,50!

2002, 300 S.,
250 farb. Abb., geb.
€ 24,50
ISBN 3-8274-1335-4

Volker Kasten
Von der Erde zu den Planeten Das Sonnensystem

Wie entstehen die Gezeiten? Warum fällt der Mond nicht auf die Erde? Wie entstehen die Finsternisse, und warum leuchtet die Sonne? Floss auf dem Mars einst Wasser? Woher kommen eigentlich die Kometen und Sternschnuppen? Derlei Fragen bewegen interessierte Schüler ebenso wie die Besucher von Volkshochschulkursen und Sternwarten. Dieses Buch gibt leicht verständliche Antworten aus der Feder von neun kompetenten und in der astronomischen Volksbildung erfahrenen Autoren.

Früher € 31,– jetzt nur € 24,50!

5. Aufl. 2002. 350 S.,
230 Abb., geb
€ 24,50
ISBN 3-8274-1337-0

Günter Roth
Planeten beobachten

! Pressestimme
„(..) bietet sowohl für den Einsteiger, der sich mit der Planetenbeobachtung zum ersten Mal beschäftigt, wie auch dem erfahrenen Praktiker (..) einen umfassenden Überblick über dieses Teilgebiet der Amateur- und Schulastronomie" Astronomie + Raumfahrt

Früher € 20,– jetzt nur € 14,50!

2000. 184 S.,
108 Abb., geb.
€ 14,50
ISBN 3-8274-1310-9

Martin Trittelvitz
Spiegelfernrohre – selbst gebaut

Für Anfänger verständlich stellt der Autor die verschiedenen Arten von Spiegelteleskopen vor und beschreibt die Herstellung eigener Teleskopspiegel einschließlich aller benötigten Materialien und Werkzeuge. Schritt für Schritt schildert er anhand von Photos die Technik des Spiegelschleifens, Methoden zur Qualitätsprüfung und den Aufbau der Fernrohrmontierung.

Früher € 31,– jetzt nur € 24,50!

6. Aufl. 2002. 235 S.,
80 Abb., geb.
€ 24,50
ISBN 3-8274-1336-2

Otto Zimmermann
Astronomisches Praktikum

Mit diesem bewährten Leitfaden können Lehrer und Kursleiter einen Kurs zur praktischen Astronomie gestalten. Nützlich ist dieses Buch aber auch für Studenten des Lehramtsstudiengangs Physik sowie für fortgeschrittene Amateurastronomen.

Weitere Titel aus der Reihe:

Peach / Baader
Tipps und Tricks für Sternfreunde
2. Aufl. 2000. 246 S., 236 Abb., kart.
Früher € 20,– Jetzt nur € 14,50; ISBN 3-8274-1307-9

Gerald North
Den Mond beobachten
2003. 360 S., 250 Abb., geb.
Früher € 40,– Jetzt nur € 29,50; ISBN 3-8274-1328-1

K. Reinsch (Hrsg.) et al
Die Sonne beobachten
1999. 443 S., 182 Abb., kart.
Früher € 31,– Jetzt nur € 24,50; ISBN 3-8274-1306-0

Philip S. Harrington
Sonnen- und Mondfinsternisse beobachten
2002, 380 S., 150 s/w Abb., geb.
Früher € 31,– Jetzt nur € 24,50; ISBN 3-8274-1329-X

Wissen was dahinter steckt. Elsevier.

Bitte faxen an: (0 62 21) 9 12 63 38 – Vielen Dank!

Ja, ich bestelle gegen Rechnung und habe 14 Tage volles Rückgaberecht!

Anzahl	Titel:	€	ISBN 3-8274-

zzgl. Versandkosten (im Inland: € 3,50 pro Lieferung). Preise unter Vorbehalt.
Alle Buchpreise enthalten 7% MwSt., alle elektronischen Produkte 16% MwSt.

Bitte **informieren Sie mich** über Ihre Neuerscheinungen aus dem / den Bereich(en):

☐ per Post ☐ per Mail

(Name, Vorname)

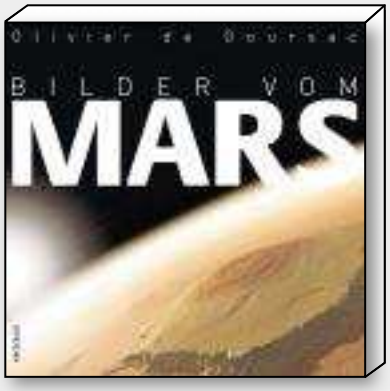
(Straße, Nr.)

(Land, PLZ, Wohnort)

(E-mail)

(Datum) X (Unterschrift)

Aheu10/05



Olivier de Goursac
Bilder vom Mars

Knesebeck Verlag, München 2005
160 Seiten mit 140 Farbfotos
ISBN 3-89660-290-X
29,95 €

Stimmungsvolle Mars-Postkarten

Mit einem attraktiven Fotoalbum vom Roten Planeten lockt der Knesebeck Verlag Planetenfans in die Buchhandlungen. Der vorliegende Band von Olivier de Goursac präsentiert sowohl brandaktuelles Bildmaterial, als auch Klassiker aus drei Jahrzehnten Marsforschung.

Ein Großteil der ausgewählten Farbaufnahmen der wichtigsten US-Marssonden wurden erstmalig in dieser Brillanz publiziert.

Das Buch ist eher populärer Bildband als wissenschaftliche Abhandlung. So folgt der Autor in seiner Gliederung den klassischen vier Elementen der Antike – Erde, Feuer, Wasser und Luft. Im Kapitel Erde etwa zeigt er die typischen Geröllebenen, endlose Dünenfelder und die beiden kartoffelförmigen Monde Phobos und Deimos. Dabei mischt de Goursac stets die orbitale Vogelperspektive mit dem Blick am Boden, wie ihn die Lander einfingen.

Feuer, das bedeutet auf dem Mars riesige Vulkane. Fotogene Canyons oder Krater sind einst durch geologische Gewaltakte geformt worden. Und vor allem das von den Forschern lange gesuchte Wasser prägte der Oberfläche des Roten Planeten seinen Stempel auf. Fotos von ausgetrockneten Flussbetten oder vereisten Polen erzählen davon. Besonders stimmungsvolle Bilder hat de Goursac von der »Mars-Luft« zu bieten. Das Spiel der Wolken und eine hinreißende Dämmerung nach dem marsianischen Sonnenuntergang werden Leser künftiger Jahrhunderte sofort ins nächste Reisebüro treiben.

Im Anhang erklärt der Autor dagegen recht nüchtern, wie die farbigen Marsbilder und wie die 3-D-Ansichten entstehen. Das Buch ist alles in allem sehr gelungen, trägt jedoch einen unnötigen Makel: Es beschränkt sich ausschließlich auf amerikanisches Material. Die mindestens ebenso spektakulären Bilder der europäischen Mars-Express-Sonde bleiben bei diesem Buch unverständlicherweise außen vor. Da ist auch das informative Vorwort von Nasa-Manager Jim Garvin kein adäquater Ersatz. >> Thorsten Dambeck

Finsterniskalender

Harald Lutz
MondFinsternisse, SonnenFinsternisse, PlanetenDurchgänge
bis zum Jahr 2020

BLV Verlagsgesellschaft mbH, München 2005
128 Seiten mit 59 Farbfotos,
67 Grafiken und 52 Karten
ISBN 3-405-16854-6
12,95 €

Die totale Sonnenfinsternis am 11. August 1999 wurde trotz des teilweisen schlechten Wetters in Mitteleuropa von Millionen Menschen verfolgt. Leider wird sich der Mond für uns Mitteleuropäer erst im Jahr 2081 so vor die Sonne schieben, dass wir erneut eine totale Sonnenfinsternis erleben können. Und das dürfte nur wenigen von uns vergönnt sein. Doch gibt es in den nächsten Monaten zwei Eklipsen, die leicht von beliebten Urlaubsgebieten aus zu beobachten sind. Die erste findet am 3. Oktober 2005 in Spanien (siehe S. 50) und die zweite am 29. März 2006 in Nordafrika und der Türkei statt.

Genau diese Himmelsereignisse werden in dem vorliegenden Bändchen beschrieben. Übersichtlich sind alle Eklipsen von 2005 bis 2020 kurz beschrieben: 36 Sonnenfinsternisse, 38 Mondfinsternisse, ein Venusdurchgang und drei Merkurdurchgänge. Wer will, kann die Daten für seine Urlaubsplanung nutzen.

Leider hat der Fehlerteufel in diesem Buch mindestens dreimal zugeschlagen. So ist eine der Überschriften auf S. 103 falsch. Es handelt sich, wie im Text richtig beschrieben, um eine ringförmige Sonnenfinsternis und nicht um eine partielle. Auf S. 104 fehlt der Verlauf der Zentralzone in der Grafik. Außerdem muss es in der Bildunterschrift auf S. 28 für das erste Bild statt 150 Millimeter 600 Millimeter heißen. Auch ist die Sonnenfinsternis am 29.4. 2014 in einem kleinen Gebiet der Antarktis ringförmig zu sehen und nicht nur partiell. Diese Fehler sollten möglichst rasch korrigiert werden.

Der Autor bemüht sich, den Laien nicht mit zu vielen Details zu überfordern. Nur die Finsternisse und Planetendurchgänge, die in Mitteleuropa oder in den beiden Ländern Spanien und Türkei beobachtet werden können, behandelt er ausführlicher.

Daraus resultiert durchaus eine recht selektive Beschreibung, die globale Finsternisjäger etwas stören dürfte. Dafür runden praktische und nützliche Tipps zum Beobachten und Fotografieren das Buch ab. >> Hans Zekl

TV-PROGRAMM

Samstag, 17. September

Total Phänomenal (6/10)
Satelliten weisen den Weg
24 Satelliten des amerikanischen Global Positioning Systems (GPS) kreisen um die Erde. Sie senden Funksignale, mit deren Hilfe sich die Standorte von Autos, Flugzeugen oder Schiffen bestimmen lassen. Der Beitrag stellt auch die europäischen Bemühungen um ein von der Nasa unabhängiges Satellitennavigationssystem vor: Galileo
SWR, 7.30 Uhr

Tag der Raumfahrt 2005
Zum Tag der Raumfahrt, dessen Zentralveranstaltung in diesem Jahr im Sony Center am Potsdamer Platz in Berlin stattfindet, zeigt PHOENIX neun Beiträge rund um Astronomie und Raumfahrt. Darunter »Die Raketenpioniere in Tegel« (RBB/2004), »Space Shuttle Columbia – Chronik einer Katastrophe« (ZDF/2004) und »Leben auf dem Mars – Odyssee ins Weltall« (ZDF/2004)
PHOENIX, 10.00 bis 18.00 Uhr
Wdh. einiger Beiträge am 18.9. ab 3.45 Uhr

Sonntag, 18. September

Spaziergang im All
Weltraumspaziergänge werden im Fachjargon auch Extra Vehicular Activities (EVAs) genannt. Neben dem Flug zum außerirdischen Arbeitsplatz sind sie die größte und wohl gefährlichste Herausforderung für einen Astronauten
Discovery Channel, 23.00 Uhr
Wdh. am 19.9. um 3.40 Uhr

Dienstag, 20. September

Kosmonauten-Kult (2/3)
Helden im All

WDR

12. April 1961. Erstmals macht sich ein Mensch daran, den Weltraum zu erobern. Auf der Spitze einer Rakete sitzt ein 27-jähriger Major der Sowjetarmee, eingezwängt in eine winzige Kapsel. Unter ihm mehrere tausend Tonnen hochexplosiver Treibstoff. Augenblicke später schießt er in der »Blechbüchse« um den Erdball. Seine Überlebenschancen betragen weniger als 50 Prozent. Bis zu diesem Zeitpunkt weiß die Weltöffentlichkeit nichts von dem spektakulären Unternehmen der Sowjets. Und bis dahin kennt auch niemand Juri Gagarin, der eigens von Kremlchef Chruschtschow für diese Mission ausgewählt wurde
MDR, 22.05 Uhr

Freitag, 23. September

3satbörse
Geschäfte im All
Wenn alles nach Plan läuft, absolviert der Deutsche Thomas Reiter als erster Europäer einen Langzeitaufenthalt im All. Sieben Monate lang wird die Internationale Raumstation ISS sein Zuhause sein. Eine Sendung über Investitionen auf der Erde und im Weltall
3sat, 21.30 Uhr

Dienstag, 27. September

Wissenschaft und Umwelt
Leben in der Schwerelosigkeit
Eine Dokumentation über Parabelflüge und andere Experimente zur Erforschung der Schwerelosigkeit und ihrer Auswirkungen auf den menschlichen Körper
PHOENIX, 18.30 Uhr

Donnerstag, 29. September

Wunderbare Welt
Blick in die Sterne –
Die Entdeckung des Universums
Bereits den Babyloniern fiel bei der Beobachtung des Himmels auf, dass die Planeten wandern. Von Kopernikus über Johannes Kepler und Galileo Galilei bis zu Wilhelm Herschel haben sich die Erkenntnisse über unseren Kosmos weiterentwickelt. Heute versuchen Wissenschaftler herauszufinden, warum sich das Universum mit zunehmender Beschleunigung ausdehnt
ZDF, 14.15 Uhr

Montag, 3. Oktober

Wunderbare Welt
Wo ist Liberty Bell 7?
Weltraumkapsel vermisst!
Am 21. Juli 1961 startete die Nasa eine Mercury-Rakete, an Bord der Astronaut Virgil Grissom. Der ballistische Flug dauerte nur 15 Minuten und wie geplant stürzte die Raumkapsel Liberty Bell 7 vor der Küste Flo-

ZDF / DISCOVERY

ridas in den Ozean. Dann aber wurde die Ausstiegsluke zu früh abgesprengt und die Liberty Bell 7 lief voll Wasser und versank. Der Film dokumentiert die Suche nach der nur gut mannshohen verschollenen Raumkapsel, 40 Jahre nach dem Unglück
ZDF, 3.10 Uhr

Donnerstag, 6. Oktober

Ganz schön vermessen (3/4)
Aus der Vogelperspektive
Raumfahrttechnologie im irdischen Einsatz
SWR, 8.30 Uhr

Auswahl aus dem Fernsehangebot zu Themen aus Astronomie und Raumfahrt der kommenden Wochen. Kurzfristige Programmänderungen sind möglich.

17.9.: »Tag der Raumfahrt« des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit einer zentralen Veranstaltung im Berliner Sony Center. Gleichzeitig wird es in ganz Deutschland Aktionen verschiedener Institute und Vereine rund um Astronomie und Raumfahrt geben. Alle Infos im Internet: www.dlr.de/dlr/news/tdr2005

3.10.: Beobachtung der partiellen Sonnenfinsternis. Mit dem Beginn der Finsternis ist gegen 10.05 Uhr zu rechnen, ihr Maximum erreicht sie um 11.18 Uhr mit 54 Prozent Bedeckung. Daher lädt die Arbeitsgemeinschaft »Beobachtende Astronomie« ab 9.30 Uhr in die Sternwarte Dresden-Plauen ein, Kantstraße, D-01178 Dresden. Es werden Schülerarbeiten gezeigt und Beobachtungsmöglichkeiten geschaffen. Info: Mike Firchau, E-Mail: sternwarte@imail.de

15.10.: 17. Regionaltagung der Volkssternwarten aus Nordbaden und Nordwürttemberg in Schömberg-Bieselsberg, Nordschwarzwald. Beginn 10 Uhr.
Info: Bernd Weisheit, Tel.: 07231 70532, E-Mail: weisheit@pro-bw.de, Internet: www.sternwarte-nordschwarzwald.de

22.10.: 24. Bochumer Herbsttagung im Hörsaal HMA 10 der Ruhr-Universität Bochum, 10 Uhr. Mit Vorträgen von und für Amateurastronomen. Info und Anmeldung: Peter Riepe, Lortzingstr. 5, D-44789 Bochum, E-Mail: fg-astrofotografie@vds-astro.de, Internet: www.boheta.de

29.10.: 2. Tagung der VdS-Fachgruppe »Geschichte der Astronomie« von 9.30 bis 18 Uhr in der Sternwarte Sonneberg, Thüringen. Eingeladen sind alle, die sich für das Thema Geschichte interessieren. Ermäßigung für VdS-Mitglieder. Anmeldung: Wolfgang Steinicke, Gottenheimerstraße 18, D-79224 Umkirch,
E-Mail: wolfgang.steinicke@vds-astro.de,
Internet: www.vds-astro.de/fg-geschichte

27.12. 2005 – 4.1. 2006 Im Camp Desertview in Südmarokko können Sie Silvester unterm Wüstenhimmel feiern. Dort findet in diesem Jahr erstmals eine »Internationale Starparty« statt. Info: Michael Gutzeit, Starenweg 11, D-71394 Kernen,
Tel.: 07151 6046743,
E-Mail: gutzeit@saharasky.com,
Internet: www.camp-desertview.org

ZDF / DISCOVERY

Hurtigruten – Seereisen im Winter
»Nordlicht & Sterne« stehen im Rahmen einer Themenreise auf dem Winterprogramm der Hurtigruten. Auf einer elftägigen Fahrt mit dem Schiff durch Norwegen können Sie Polarlichter und einen sagenhaften Sternhimmel erleben. Vorträge von Astronomieexperten und fachkundige Unterstützung bei der Himmelsbeobachtung machen diese Reise zu einem Highlight für jeden, der sich für den Kosmos interessiert.

Termine: »Nordlicht & Sterne«,
Bergen – Kirkenes – Trondheim
27.10. – 6.11. 2005 MS Trollfjord
23.11. – 3.12. 2005 MS Finnmarken
25.2. – 7.3. 2006 MS Trollfjord
22.3. – 1.4. 2006 MS Finnmarken
Info: Norwegische Schiffahrts-Agentur,
Kleine Johannisstraße 10,
D-20457 Hamburg, Tel.: 040 376930,
E-Mail: info@hurtigruten.de,
Internet: www.hurtigruten.de

September – Dezember 2005:
»Einstein und die Schwarzen Löcher«. Zum Einsteinjahr zeigt das Osnabrücker Planetarium eine neue Show, die sich mit dem Leben des berühmten Physikers und seinen Entdeckungen auseinander setzt. Auf verständliche und unterhaltsame Weise kann man als Zuschauer dem Genie und seinen Theorien näher kommen.
Info: Planetarium Osnabrück, Am Schölerberg 8, D-49082 Osnabrück, Tel.: 0541 560030, Internet: www.planetarium-osnabrueck.de und www.einsteinjahr.de

Auch Ihre Termine können hier kostenlos stehen! Für die Dezemberausgabe schicken Sie bis zum 15. Oktober 2005 eine E-Mail an: redaktion@astronomie-heute.de

VdS

Vereinigung der Sternfreunde e.V.

Deutschlands größter Astronomieverein!

★ Über 4000 Mitglieder!
★ Mitgliederzeitschrift „VdS-Journal für Astronomie“, 3x pro Jahr mit mehr als 420 Seiten praktischer Astronomie
★ Kostenlose Beratung und Betreuung von Mitgliedern
★ 20 Fachgruppen, die Sie beraten
★ VdS-Sternwarte Kirchheim e.V.
★ Jugendlager und Exkursionen
★ Rabatte bei Abonnements für „Sterne und Weltraum“ und „Astronomie Heute“
★ Aktuelle Informationen auf unserer Website: www.vds-astro.de
★ Jahresbeitrag nur 30,- EUR, 20.-EUR ermässigter Beitrag

Werden Sie Mitglied!

Fordern Sie kostenloses Infomaterial an:

Vereinigung der Sternfreunde e.V.
Geschäftsstelle · Am Tonwerk 6
D-64646 Heppenheim
Fax: 0 62 52 / 78 72 20
info@vds-astro.de

www.vds-astro.de

Astro - ServiceCenter
Daimlerstraße 6
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 2317815
Fax: 0531 / 2317816
info@astro-sc.de
www.astro-sc.de
Astro-optik BOCK
Das Fachgeschäft in Norddeutschland mit der großen Auswahl!
Ehrliche und kompetente Beratung durch erfahrene Hobbyastronomen
Wir liefern Teleskope und Zubehör **aller** Hersteller

»Saharasky« wurde im Oktober 2004 als erste private Sternwarte in Marokko eingeweiht. 400 m² Sternenterrasse mit super Saharahimmel ohne Lichtverschmutzung. Meade GPS und Refraktorteleskope. Kasbah Hotel unter deutscher Leitung.
www.saharasky.com

Photograph. Sternatlas von H. Vehrenberg (Falkauer Atlas) mit 303 Sternkarten, 2. Auflage 1963, zu verkaufen. VB 20,– Euro. E-Mail: EmaNau@aol.com

Verkaufe zu Gunsten der Kindernothilfe Foto-CD mit über 600 eigenen Astrofotos für 12 Euro sowie auf VHB gute Originaldias (MoFi, Mondkrater, Jupitermonde usw.) Fotos und E-Mail siehe www.martin-wagner.org

Fachhandel für opt. Geräte und Astro-Teleskope
OPTIC MAKARIO
Optische u. feinmechanische Fachwerkstatt
Geprüfte, präzise kollimierte Teleskope
Wir reparieren
Teleskope, Photo-Objektive, Ferngläser, Spektive, Mikroskope
NEU Umbau der Canon EOS 300 D, 350 D und 20 D für optimierten Einsatz in der Effektfotografie und Astrofotografie NEU
Langjähriger Canon Servicetechniker

Marko Klüven
Carbon-Technik
Anfertigung von individuellen Carbon-Teilen für astronomische Geräte und Zubehör
Tel.: 04651-968 56-0 Fax: 04651-968 56-2
www.kluven.de
m@kluven.de

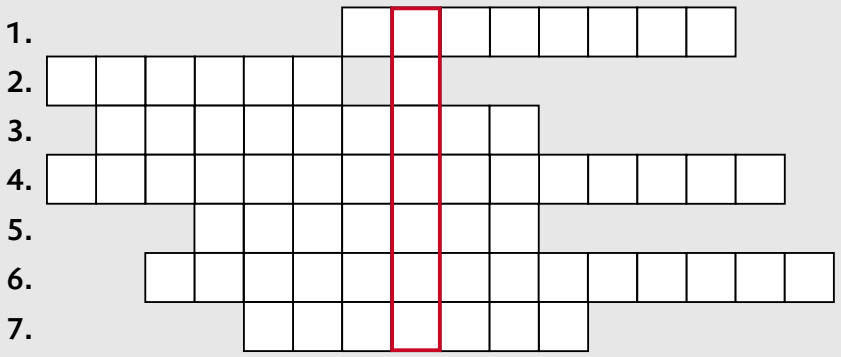
Informationen zu gewerbl. Anzeigenformaten und Preisen erhalten Sie bei Karin Schmidt, schmidt@spektrum.com

www.astro-messe.de

PREISRÄTSEL

Gewinnen Sie bis Weihnachten ein Teleskop mit ASTRONOMIE HEUTE! Teil 3

1. Erdnächster Punkt der Umlaufbahn des Monds oder eines künstlichen Satelliten
2. Beiname des zehnten Wandelsterns im Sonnensystem
3. Spitzname (engl.) für die Galaxie M 51
4. Imaginäre Linie, die von Pol zu Pol durch die Mitte des beobachteten Marsscheibchens läuft
5. Ingenieur, nach dem günstige Flugbahnen zwischen Orbits oder zu Planeten benannt sind
6. Stoßwelle, die entsteht, wenn die Hülle einer Supernova auf das umgebende Medium trifft
7. Leuchtstarke Klasse aktiver galaktischer Kerne



Bitte schicken Sie das rot umrandete Lösungswort per E-Mail an preisraetsel@astronomie-heute.de oder auf einer Postkarte an Spektrum der Wissenschaft, Stichwort ASTRONOMIE HEUTE 10/2005, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg. Einsendeschluss ist der 7.10. 2005. Bei mehreren richtigen Lösungen entscheidet das Los. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Auflösung und Gewinner stehen in der Dezember-Ausgabe, im Handel ab Donnerstag, dem 17. November 2005 erhältlich.

Hauptpreis: »Reisedobson« Spiegelteleskop unter acht Kilogramm Gewicht mit Zwanzig-Zentimeter-Newton-Optik, komplett mit Montierung in einer handlichen Transportbox. Von Hofheim Instruments (www.hofheiminstruments.com), Wert: 1000,– €. Wird verlost unter den richtigen Einsendungen des Superrätsels mit den jeweiligen Lösungsworten aus den Rätseln der Ausgaben Juli/August, September, Oktober und November 2005.

Preise dieses Einzelrätsels:

1. Preis: »Atlas der Sternbilder – Ein astronomischer Wegweiser in Photographien« von Eckhard Slawik und Uwe Reichert. 212 Seiten mit zahlreichen Farbfotos und zweifarbigen Sternkarten. 35 Zentimeter, Spektrum-Sonderausgabe mit Softcover – nicht im Handel erhältlich!

2. Preis: »Wissen neu erleben – Astronomie« von Mark A. Garlick. Fest gebunden mit Schutzumschlag, 304 Seiten, BLV-Verlag, 24,90 €.

3. Preis: zwei Eintrittskarten für das Cybernarium Darmstadt. Neueste Technologien, faszinierende Wissenschaft interaktiv erleben (www.cybernarium.de), 24,–€.

Private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen für Abonnenten von ASTRONOMIE HEUTE kostenlos!

Für Nichtabonnenten gelten folgende Preise für Kleinanzeigen:

Anzahl Zeilen	privat	gewerblich
bis zu drei Zeilen	22,– €	32,– €
jede weitere Zeile	5,– €	5,50 €

ASTRONOMIE HEUTE-Abonnenten können private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen pro Ausgabe kostenlos schalten. Jede weitere Zeile kostet für Abonnenten 5,– €. Geben Sie bitte bei Einsendung von Kleinanzeigen stets Ihre Kundennummer an. Diese entnehmen Sie Ihrer Abonnementrechnung oder dem Adressträgerblatt. Bitte beachten Sie: Ist der verfügbare Platz in einer Ausgabe vergeben, behält sich die Redaktion das Recht vor, später eintreffende Anzeigen in die nächstverfügbare Ausgabe zu verschieben. Eine Zeile enthält durchschnittlich vierzig Zeichen. Alle Preise zuzüglich gesetzlicher Mehrwertsteuer. Die Grundgebühr pro Anzeige ist bereits eingerechnet. Gleichzeitig erhalten Sie einen Eintrag in unserer Online-Kleinanzeigendatenbank für die Verkaufsdauer der jeweiligen Print-Ausgabe.

Bitte senden Sie Ihre Kleinanzeige an: Spektrum der Wissenschaft, Redaktion ASTRONOMIE HEUTE, Slevogtstr. 3–5, D-69126 Heidelberg, Fax: 06221 9126-769, E-Mail: kleinanzeigen@astronomie-heute.de

Der Einsendeschluss ist sechs Wochen vor Erscheinen des Hefts.

Lösung des Preisrätsels im Juli/August-Heft:

1. PHOENIX
2. PERSEIDEN
3. ROCKERBOX
4. FELDSKIZZE
5. FLATFIELD
6. GYROSKOPE
7. IMPAKTOR

LÖSUNG:
Orbiter: Raumsonde, die von einer Umlaufbahn aus arbeitet

Gewinner des Preisrätsels: 1. Kurt Beier, Ludenhausen (Buch »Das Universum«); 2. Elisabeth Reckhaus, Essen, 3. Harald Kamper, Heidenheim (Buch »Wissen neu erleben«); 4. Daniel Zettler, Altusried, 5. Hartmut Radke, Dresden (Eintrittskarten »Cybernarium«)

Ein Präsent von zeitloser Schönheit

Armbanduhr »Galaxis«

Exklusiv für die Leser unserer Magazine und in limitierter Auflage, bieten wir diese Herrenarmbanduhr an. Swiss made von Fortis, mit Quarzlaufwerk, schwarzem Lederarmband und Datumsanzeige, ist die Uhr auch noch bis 50 m/5 ATM wasserdicht. Die Rückseite ist mit einer individuell eingravierten Auflagennummer versehen. 1 Jahr Herstellergarantie; € 119,- (zzgl. Versandkosten);
Eine Bestellmöglichkeit finden Sie unter der Verlagsadresse oder im Internet.

www.spektrum.de/lesershop

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH | Slevogtstr. 3–5
D-69126 Heidelberg | Telefon 06221 9126-600 | Telefax 06221 9126-751
marketing@spektrum.com

VORSCHAU

Kamikaze-Kometen

Schweifsterne kommen reihenweise der Sonne zu nahe und verdampfen. Die Raumsonde Soho hat jetzt den 1000. dieser Kometen aufgenommen

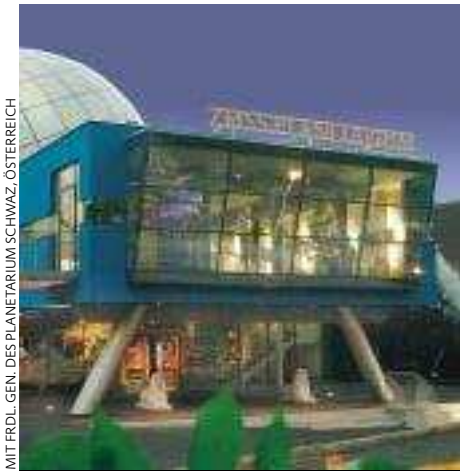
S & T, CASEY B. REED

WOLFGANG THOMAS

CCD-Fotografie für jeden

lautet der Anspruch des neuen Deep-Sky-Imagers von Meade. Unser Testbericht verrät, ob das Gerät diesem gerecht wird

S & T, JOHNNY HORNE



MIT FRDL. GEN. DES PLANETARIUM SCHWAZ, ÖSTERREICH

Polarlichtsaison

So kommen Sie in Stimmung für atemberaubende Aurora-Nächte

Planetarien in Österreich

Wir nehmen Sie mit auf die Reise zu den Sterntheatern der Alpenrepublik

IMPRESSUM

Chefredakteur: Dr. habil. Reinhard Breuer (v.i.S.d.P.)
Redaktion: Dr. Oliver Dreissigacker, Stephan Fichtner, Dr. Joachim Schüring
Ständige Mitarbeit: Dr. Frank Schubert
Artdirector/Layout: Karsten Kramarczik
Layout: Marc Grove
Verlagsleiter: Dr. Carsten Könneker
Schlussredaktion: Christina Peiberg (kom. Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Redaktionsassistenz: Eva Kahlmann, Ursula Wessels
Redaktionsanschrift: Postfach 104840, D-69038 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-711, Fax: 06221 9126-729
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 104840, D-69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, D-69126 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751, E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de
Mitarbeit in diesem Heft: Corinna Karow, Dr. Rainer Kayser, Dagny Lüdemann, Dr. Rainer Riemann, Michael Vogel
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel.: 06221 9126-733
Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, E-Mail: marketing@spektrum.com
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck
Leser-Service: Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: marketing@spektrum.com
Vertrieb und Abonnementverwaltung: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o Zenit Pressevertrieb GmbH, Julius-Hölder-Str. 47, 70597 Stuttgart, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn
Bezugspreise: Einzelheft: € 6,50, Jahresabonnement Inland (10 Ausgaben): € 56,–, Jahresabonnement Ausland: € 61,–, Jahresabonnement ermäßigt Inland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 50,–, Jahresabonnement ermäßigt Ausland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 55,–. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konto: 22 706 708, Postbank Stuttgart (BLZ 600 100 70). Die Mitglieder der Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) erhalten ASTRONOMIE HEUTE zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.
Anzeigen/Druckunterlagen: VMS Limperg Verlags- & MedienService, Sudetenstraße 16, D-63486 Bruchköbel, Tel.: 06181 729-04, Fax: 06181 729-84, E-Mail: f.limperg@limperg.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Preisliste vom Januar 2005.
Gesamtherstellung: Westermann Druck GmbH, D-38104 Braunschweig

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2005 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

ISSN 1610-8728
www.astronomie-heute.de

Sky & Telescope, Sky Publishing Corporation,
49 Bay State Road, Cambridge, MA 02138-1200, USA
President/Publisher: Susan B. Lit
Editor in Chief: Richard Tresch Fienberg, Ph.D.
Marketing Director: Marcy L. Mc Cleary

Die Übersichts- und Ausschnittssternkarten von ASTRONOMIE HEUTE wurden mit Software und Designelementen von Roger W. Sinnott und Steven Simpson erstellt.

Wir übernehmen keine Haftung für die Inhalte externer Webseiten. Für den Inhalt der angegebenen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.